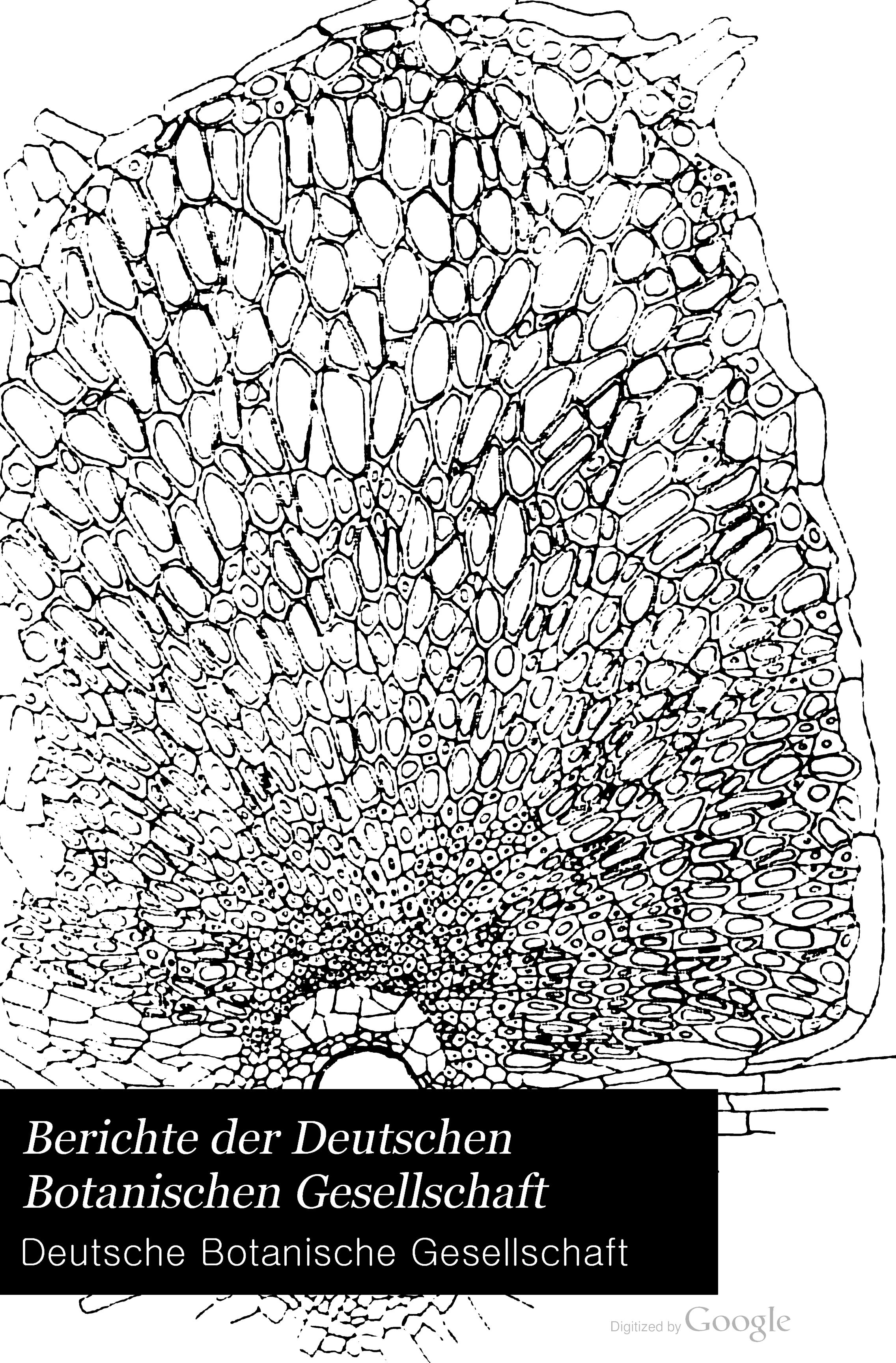


# Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Deutsche Botanische Gesellschaft

# BERICHTE

DER

# DEUTSCHEN

# BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

---

VIERUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

**BAND XXIV.**

MIT 24 TAFELN UND 26 HOLZSCHNITTEN.

---

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRÆGER,
1906.

BAND XXIV. JAHRGANG 1906. HEFT 1.

# BERICHTE

DER

## DEUTSCHEN

# BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

---

## VIERUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

### HEFT 1.

MIT TAFEL I—II.

AUSGEGEBEN AM 21. FEBRUAR 1906.

---

BERLIN,

GEBRÜDER BORNTRÆGER,

1906.

# Inhaltsangabe zu Heft 1.



**Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:**

**Freitag, den 23. Februar 1906,**

abends **7** Uhr,

**im Hörsaale des Schwendener'schen Botanischen Instituts,**

Dorotheenstr. 5, I.

# Sitzung vom 26. Januar 1906.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliches Mitglied ist vorgeschlagen Herr:

**Weis, Fr.**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Kopenhagen** (durch O. APPEL und E. VON OVEN).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

**Hausrath,** Dr., ord. Professor in **Karlsruhe i. B.,**
**Preuss, Hans,** Lehrer in **Danzig.**

# Mitteilungen.

## 1. N. Gaidukov: Die komplementäre chromatische Adaptation bei Porphyra und Phormidium.

Eingegangen am 11. Januar 1906.

Um die Prozesse der komplementären chromatischen Adaptation[1]) direkt in den Strahlen des sichtbaren Spektrums zu beobachten, be-

1) Siehe GAIDUKOV, Über den Einfluss farbigen Lichtes auf Färbung lebender Oscillarien (Anh. zu den Abbandl. der Königl. Preuss. Akad, Berlin 1902). Weitere Untersuchungen über den Einfluss farbigen Lichtes auf die Färbung der Oscillarien (diese Berichte XXI, 1903). Die Farbenveränderung bei den Prozessen der komplementären chromatischen Adaptation (Ibid.). Über den Einfluss farbigen Lichtes auf die Färbung der Oscillarien (Scripta botanica Horti Univers. Petrop. XXII, 1903). Die Farbe der Algen und des Wassers (Hedwigia 43, 1904). Der Kampf ums Dasein und die Mixtkulturen (Centralbl. für Bakteriol., 2. Abt., XIV, 1905). — ENGELMANN, Über experimentelle Erzeugung zweckmässiger Änderung der pflanzlichen Chromophylle durch farbiges Licht (Arch. für Anat. und Physiol., Physiol. Abt. 1902). Über die Vererbung künstlich erzeugter Farbenänderungen der Oscillarien (Verhandl. Physiol. Ges., Berlin 1902—1903, Nr. 2).

diente ich mich folgenden Verfahrens[1]): Ich benutzte einen STEINHEIL'schen Spektralapparat, dessen Okular durch eine kleine photographische Kamera ersetzt war. Diese konnte in ein Rohr eingeschraubt werden, das ins Fernrohr passte. Die Spaltweite betrug etwa 0,5—1 *mm*, die Länge des sichtbaren prismatischen Spektrums von ungefähr $A$ bis $H_2$ etwa 19 *mm* und die Höhe etwa 15 *mm*. Als Lichtquelle diente der elektrische Bogen einer SCHUCKERT'schen Lampe mit einer durchschnittlichen Stromstärke von etwa 20 bis 25 Amperes. Zwischen der Lampe und dem Spektralapparat wurde zur Abkühlung ein Glaskasten mit Wasser aufgestellt.

Als Material benutzte ich solche Algen, deren Körper mehr oder weniger der Form der photographischen Platten ähnelte. Als blaugrüne Alge wählte ich die dünnen, regelmässigen Platten von *Phormidium tenue* Gom., welche in einem Gefäss im botanischen Institut in Leipzig entwickelt war. Als rote Alge verwandte ich die Platten von *Porphyra laciniata* Ag., die ich in frischem Zustande von der biologischen Anstalt in Helgoland erhielt[2]). Diese Platten wurden auf einer Mattscheibe ausgebreitet und diese in ein mit Parallelwänden versehenes Gefäss für Spektralbeobachtung vertikal gestellt. Diese mit der Alge versehene Mattscheibe wurde an die eine Wand des genannten Gefässes fest angelegt und der schmale Raum zwischen der Mattscheibe und der anderen Wand des Gefässes bis etwa zur halben Höhe mit Wasser gefüllt. Für *Phormidium* nahm ich einfaches Leitungswasser, für *Porphyra* dagegen eine 4prozentige Wasserlösung des Meersalzes. Das ganze Gefäss wurde mit einer Glasscheibe bedeckt und in die photographische Kamera des Spektralapparates gestellt. Die Versuche wurden in einem gut verdunkelten Zimmer angestellt. Auf diese Weise konnte ich das Spektrum auf die Algenplatten projizieren.

Die Algen wurden täglich etwa sechs Stunden in genannter Weise belichtet und nach zehnstündiger Belichtung erwies sich folgendes: Die anfangs blaugrünen Platten der *Phormidium* wurden in allen Strahlen vom Grün bis Violett gelb bis braungelb gefärbt, und in den roten und gelben Strahlen blieben sie blaugrün. Das starke blaugrüne Band in den letzten Strahlen war sehr gut nach Beendigung des Versuches und nach dem Austrocknen der Platte zu beobachten. Die Teile der Platten von *Phormidium*, die in Infrarot und in Ultraviolett sich befanden, starben schon im Verlaufe des

1) Siehe O. WIENER, Farbenphotographie durch Körperfarben und mechanische Farbenanpassung in der Natur. Annalen der Physik und Chemie, Neue Folge, Bd. 55, S. 236

2) Für gütige Hilfe beim Besorgen des Materials spreche ich Herrn Professor Dr. CARL CORRENS in Leipzig und Herrn Dr. PAUL KUCKUCK in Helgoland meinen besten Dank aus.

Versuches ab. *Porphyra* wurde nach gleicher zehnstündiger Beleuchtung in den roten und in den gelben Strahlen grün und blieb in den unteren Strahlen purpurrot.

Diese Resultate zeigen, dass die Zeitdauer, in der die Erscheinung der komplementären chromatischen Adaptation stattfindet, von der Stärke des Lichtes abhängt. Bei meinen früheren Versuchen in gewöhnlichem Tageslichte musste ich auf die Resultate wochenlang warten, während ich sie jetzt, in konzentriertem elektrischen Lichte, nach zehn Stunden erhielt. Bei dieser photographischen Methode kann man die genannten Prozesse makroskopisch nachweisen. Auch zeigen diese Versuche, dass die Chromophylle die Fähigkeit haben, die Farben komplementär zu photographieren. Die Schnelligkeit dieses Prozesses zeigt, dass es sich hier um die direkte Farbenveränderung der alten Zellen handelt und nicht um die Erzeugung von neuen Zellen mit anders gefärbten Chromophyllen. Es ist noch zu bemerken, dass bei der makrokopischen Methode nur zwei komplementäre Hauptfarben zu sehen sind (grün und rot, blaugrün und braungelb, nicht aber die verschiedenen Übergangsfärbungen). Diese Versuche bestätigen auch die schon früher von mir erkannte Tatsache, dass die komplementäre chromatische Adaptation nur bei lebenden Pflanzen stattfindet, nicht aber bei abgestorbenen: mit toter *Porphyra*, die übrigens nur fünf bis sechs Tage im Laboratorium lebte, und mit ausgetrocknetem *Phormidium* habe ich keine Resultate bekommen.

Diese Untersuchung wurde im Physikalischen Institut in Leipzig gemacht, und es ist mir eine angenehme Pflicht, dem Direktor des Institutes, Herrn Prof. OTTO WIENER, für gütige Hilfe meinen besten Dank auszusprechen, wie auch Herrn Geheimrat Prof. WILHELM PFEFFER, in dessen Institut ich den botanischen Teil der Arbeit ausführte.

In meinen früheren Arbeiten habe ich gesagt, dass ich den Vorgang des Prozesses der komplementären chromatischen Adaptation nicht erklären könnte. Jetzt aber, nachdem die Physiker [KOSSONOGOW[1]), SIEDENTOPF[2]) u. a.] die Theorie der optischen Resonanz begründet und bestätigt haben, erkläre ich den Vorgang mit Hilfe der genannten Theorie: die komplementäre Farbenveränderung hängt von der Veränderung der Struktur der Chromophylle ab. Näheres über diese Erklärung hoffe ich in einer speziellen Abhandlung zu berichten.

1) Optische Resonanz. Kiew 1903. (Russisch).

2) SIEDENTOPF und ZSIGMONDI, Über Sichtbarmachung und Grössenbestimmung ultramikroskopischer Teilchen usw., Annalen der Physik, X, 1, 1903; Ultramikroskopische Untersuchungen über Steinsalzfärbungen, Physikalische Zeitschrift VI, Nr. 24, 1905.

Im 2. Bande seines grossen Werkes[1]) bespricht Prof. OLTMANNS auch die Erscheinung der komplementären chromatischen Adaptation und stellt folgende Fragen: 1. „Weshalb erscheinen sie (die Algen) bald heller, bald dunkler rot, sondern auch weiter: weshalb sind verschiedene Vertreter der Gruppe verschieden gefärbt, obwohl sie am gleichen Orte wachsen?". 2. „Wer oder was verleiht den Phyllophoren, Helminthocladien usw. einen braunen, den Furcellarien, *Polyides* u. a. einen mehr gelblichen Farbenton?" 3. „Weshalb wird *Gigartina Teedei* bei Neapel am Niveau fast grün? Die Bostrychien des Brackwassers werden als schmutzig violett geschildert, *Batrachospermum* und *Lemanea* endlich haben eine Färbung, die kaum mehr an Florideen erinnert. Warum?"

Die dritte Frage habe ich schon früher beantwortet. Die grüne, blaugrüne, violette usw. Farbe der an der Oberfläche wachsenden Florideen hängt von der komplementären chromatischen Adaptation ab[2]). Was die ersten beiden Fragen anbetrifft, so wurde schon in meiner ersten Arbeit gesagt[3]), dass ausser der Qualität des Lichtes (Hauptfaktor) auch andere Faktoren auf die Farbe der Algen Einfluss haben können. Übrigens bleibe ich fest bei dem, was ich schon früher gesagt habe[4]). Die Mannigfaltigkeit der Farben der Algen einer und derselben Spezies oder Gruppe an der Oberfläche oder in den beliebigen Tiefen hängt von den ganz allmählichen und stufenmässigen Farbenveränderungen bei den Prozessen der komplementären chromatischen Adaptation ab.

Dagegen hat OLTMANNS meine Frage, warum das typisch florideenrote *Porphyridium cruentum* auf der Oberfläche lebt (z. B. auf ungepflasterten Strassen von St. Petersburg, auf Höfen usw.) gar nicht beantwortet. Gestützt auf die Arbeit von PHIPSON[5]) sagt OLTMANNS, dass die genannte Alge keinen florideenartigen Farbstoff besitzt und berücksichtigt dabei gar nicht die Untersuchungen von ROSANOFF[6]), SORBY[7]), NEBELUNG[8]) und mir[9]), die gezeigt haben, dass *Porphyridium* echtes Phycoerythrin enthält. Auch steht bei OLTMANNS diese Alge gar nicht in der Reihe der Bangiales, ungeachtet

1) Morphologie und Physiologie der Algen, S. 196.
2) Diese Berichte 1903, Bd. XXI, S. 489.
3) Abhandl. der Königl. Preuss. Akad. 1902, S. 30.
4) Diese Berichte 1903, Bd. XXI, S. 520.
5) Compt. rend. Acad. Paris V, 89, 1879, S. 316. Die Kritik dieser Arbeit siehe LINOSSIER, ibid. V, 112, 1891, S. 666.
6) Physiologische und morphologische Untersuchungen usw. Petersb. 1867, S. 18.
7) Journ Linn. Soc. Bot. V, XV, 1877, S. 38.
8) Bot. Zeit. 1878, S. 423.
9) Arbeiten der Petersb. Naturf. Ges., Bd. XXX (1), S. 205–208.

dessen, dass SCHMITZ[1]) und später auch ich[2]) gezeigt haben, dass der Zellbau und die Chromatophoren der genannten Alge denen der Bangiales vollkommen gleich sind.

Die ENGELMANN'sche Theorie erklärt beide Fälle vollkommen: 1. die Florideen werden an der Oberfläche grün oder blaugrün, weil sie sich der Beleuchtung anpassen; 2. die an der Oberfläche wachsenden Florideen können ihren roten ererbten Farbstoff behalten, weil dieser ihnen nicht schädlich ist.

Der ziemlich scharfe Ton der OLTMANNS'schen Kritik zeigt, dass er selbst seiner Theorie nicht sicher ist. Prof. OLTMANNS fragt: „Wer hat Recht?" Die Anhänger der ENGELMANN'schen Theorie brauchen eine solche Frage nicht zu stellen, da ihre Richtigkeit durch Beobachtungen (NADSON[3]) und Experimente vollständig erwiesen ist.

---

## 2. M. Möbius: Über nutzlose Eigenschaften an Pflanzen und das Prinzip der Schönheit.

Eingegangen am 17. Januar 1906.

Im vorigen Band dieser Berichte hat HILDEBRAND in seinen „Biologischen Betrachtungen" ein kurzes Kapitel über nutzlose Eigenschaften der Pflanzen veröffentlicht[4]). Dies hat mich angeregt, über einen Gegenstand, den ich schon seit langer Zeit mit Interesse verfolge, einige Bemerkungen vorzubringen, die ich vielleicht später weiter ausbauen kann.

Zunächst möchte ich in möglichst objektiver Weise, mit Benutzung der von HILDEBRAND schon erwähnten Fälle, die Eigenschaften, die wir als nutzlos ansehen müssen, dürfen oder können, in gewisse Gruppen vereinigen. Als Einteilungsprinzip benutzen wir in erster Linie die sinnlichen Wahrnehmungsformen des Menschen: dem Gefühl entspricht die Form, wenn sie auch meistens mit dem Gesicht wahrgenommen wird, dem Gesicht entspricht die Farbe, dem Geruch der Duft und dem Geschmack der Geschmack, falls dieser überhaupt in Betracht kommen sollte; vom Gehör kann nicht die Rede sein, da wir keine Pflanze kennen, die selbständig einen Ton

1) Die Chromatophoren der Algen. Bonn 1882, S. 3.
2) l. c.
3) Scripta botanica horti Univers. Petrop., fasc. XVIII, 1900, S. 15.
4) Bd. XXIII, S. 367—370.

zu erzeugen vermag. Ausserdem aber ist noch zu berücksichtigen die Ähnlichkeit eines pflanzlichen Körpers mit anderen pflanzlichen oder mit andersartigen Körpern, der wir die Mannigfaltigeit gegenüberstellen können.

Was die Form betrifft, so haben wir meistens nur im allgemeinen einen Begriff von ihrer Zweckmässigkeit: Nährwurzeln müssen dünn und lang sein, für Stammorgane als Träger von Blättern und Blüten erscheint die Säulenform, für die Blätter als Assimilationsorgane die Form einer dünnen Lamelle zweckmässig und dergleichen. Insofern diese Eigenschaften als Anpassungen an die Umgebung angesehen werden, sind sie von SACHS Photomorphosen, Mechanomorphosen und andere -morphosen genannt worden. Wir verstehen auch in vielen Fällen die Abweichungen vom Typus, z. B. die Schmalheit der Blätter oder die Succulenz als Anpassungsformen an Trockenheit und ähnlicher. Wir sehen ferner in der Symmetrie ein den Bau der Pflanzen beherrschendes Prinzip und halten darum einen aufrechten, zylindrischen und allseitig gleich ausgebildeten Stamm für ebenso normal, wie das zygomorphe, flache, seitlich ansitzende Blatt. Wir suchen schon nach einer Erklärung, wenn die Blätter schief sind, wie bei Begonien u. a. Was nun aber der Grund für die Ausgestaltung des Blattes in seiner spezifischen Eigentümlichkeit ist, warum ein Blatt ei-, herz-, lanzett-, pfeilförmig ist, einfach oder zusammengesetzt, einen glatten, gezähnten, gesägten oder gebuchteten Rand hat, davon haben wir in den meisten Fällen keine Ahnung. Einige dieser Eigenschaften, so besonders die Randbeschaffenheit, können wir vorläufig wohl zu den nutzlosen rechnen, wenn auch die Möglichkeit einer Erklärung, wie sie z. B. kürzlich für die Träufelspitze gegeben ist, nicht ausgeschlossen ist. Sehr viel schwieriger aber ist es, an die Möglichkeit einer Erklärung für die verschiedenartigen zierlichen Gestalten der Desmidiaceen und Diatomeen zu glauben, denen wir vielleicht noch die Peridineen anschliessen können: alle sind winzige Wasserpflanzen, bei denen die geringen Unterschiede in der Lebensweise in gar keinem Verhältnis zu der Mannigfaltigkeit ihrer Formen stehen. Deshalb genügt auch für mich die Existenz der so verschieden geformten etwa 3700 Arten von Desmidiaceen und etwa 6000 Arten von Diatomeen, um zur Überzeugung zu gelangen, dass bei der Entstehung der Arten das Nützlichkeitsprinzip nicht die entscheidende Rolle gespielt hat, die ihr die DARWIN'sche Theorie von der natürlichen Zuchtwahl zuschreibt, und dass schon aus diesem Grunde die genannte Theorie hinfällig ist, ganz abgesehen davon, dass, wie NÄGELI längst bewiesen hat, nie etwas Neues durch natürliche Zuchtwahl geschaffen werden kann! — An die einzelligen Algen schliessen sich die anderen Algen und die Pilze an, von deren zum Teil entzückend zierlichen Ge-

stalten, wie sie uns bei Betrachtung eines grösseren Algenwerkes oder etwa von CORDA's „Prachtflora europäischer Schimmelbildungen" entgegentreten, schwerlich jemand sagen könnte, welchen Nutzen die einzelnen Arten von ihrer Gestalt haben. An den Blüten ist es nicht bloss die Färbung, sondern oft nicht minder die Gestalt, die sie uns so anziehend erscheinen lässt. Auch hier gilt wieder das Prinzip der Symmetrie als oberstes Gesetz und zwar so, dass im allgemeinen frei auf dem Ende eines Stengels nach oben stehende Blüten strahlig, seitlich an der Achse stehende Blüten zygomorph ausgebildet werden. Viele Eigentümlichkeiten des Blütenbaues sind durch die Bestäubungsverhältnisse zu erklären, aber keineswegs möchte es gelingen, etwa jede der wunderbaren Blütenformen der Orchideen aus diesen beiden Prinzipien zu erklären. Bei Früchten und Samen können wir ähnliche Betrachtungen anstellen, die ich nicht weiter ausspinnen will.

Mehr noch als bei der Gestalt tritt uns bei vielen Färbungen die Unerklärbarkeit entgegen: hierfür gerade hat HILDEBRAND in seiner letzten Arbeit eine Anzahl von Beispielen gebracht. Warum das Grün der Grundton im Pflanzenreiche ist, dürfen wir wohl nicht fragen: das Chlorophyll ist eben gefärbt, und wenn es uns in einer anderen Farbe erschiene, so würden wir dann ebenso fragen können, warum es so gefärbt sei. Für chlorophyllfreie Pflanzen oder Pflanzenteile ist die Farblosigkeit das Natürliche, wie wir es oft an Pilzmycelien, dem Mark und Holz der Stämme sehen. Alle anderen Färbungen bedürfen eigentlich einer Erklärung, und alle lebhaften Farben scheinen dazu bestimmt zu sein, die so gefärbten Teile von dem grünen Grundton abzuheben, wie das speziell von den insektophilen Blüten gilt. Warum sind aber nun viele anemophile Blüten lebhaft gefärbt? Schon 1902 hat HILDEBRAND[1]) auf die roten Narben von *Ricinus communis* und *Myrica Gale* hingewiesen, und ich füge hinzu die ebenfalls roten Narben von *Corylus Avellana, Castanea vulgaris*, *Carpinus betulus*, *Betula verrucosa* und *Alnus glutinosa*, ganz besonders aber die roten weiblichen Zäpfchen von *Picea excelsa*, die in gewissen Jahren im Frühling die Gipfel der Fichten so prachtvoll schmücken. Auch die Lärche (*Larix europaea*) und Kiefer (*Pinus silvestris*) hat rote weibliche Zäpfchen, nicht aber die Edeltanne (*Abies pectinata*). Ferner ist die lebhaft gelbe Farbe der männlichen Kätzchen mancher Windblütler, z. B. der Haselnuss, doch nicht selbstverständlich, wenn auch die Antheren meistens gelb gefärbt sind. Demgegenüber steht dann wieder die blauviolette Farbe der Antheren, die wir z. B. bei den Gräsern *Andropogon Ischaemum* und *Molinia coerulea* finden. Den lebhaften Farben anemophiler Blüten stehen zur Seite die der Früchte und Samen, die durch den Wind

1) Über Ähnlichkeiten im Pflanzenreiche. Leipzig 1902. S. 64.

verbreitet werden, worauf Hildebrand (l. c. 1902, S. 64 und 65) hingewiesen hat: er führt die zitronengelben Früchte von *Populus alba* und die leuchtend roten Samen von *Penthorum sedoides* an; jedenfalls liessen sich noch mehr Beispiele finden. Einen anderen Fall bieten uns die lebhaften Färbungen vegetativer Organe, die besonders auffallend sind, wenn die eigentlichen Assimilationsorgane, die Blätter, die grüne Chlorophyllfarbe aufgeben oder verstecken zugunsten von weisser, roter oder anderer Farbe. Die Versuche, die hauptsächlich von Stahl[1]) zur Erklärung dieser Erscheinung gemacht worden sind, dürften doch die wenigsten ganz befriedigen. Meistens handelt es sich um das Auftreten von Anthocyan, dessen Nutzen nach Stahl in seiner strahlenabsorbierenden und damit erwärmenden Eigenschaft liegen soll. Diese wird dann wohl auch angeführt, um die Rotfärbung junger, aus der Knospe tretender Blätter zu erklären; aber welchen Nutzen bringt sie den im Herbst sich rot färbenden Blättern vor dem Laubfall? Auch Hildebrand rechnet[2]) die Herbstfärbung des Laubes, die uns einen hohen ästhetischen Genuss bereitet, unter die nutzlosen Eigenschaften. Derselbe Autor macht darauf aufmerksam, dass oft gerade die nicht sichtbare Unterseite der Blätter schön rot gefärbt ist; demgegenüber stelle ich den prächtigen Goldglanz auf der Unterseite der Blätter von *Heteropteris chrysophylla*, der an den hoch über dem Boden stehenden Blättern dieser Holzpflanze allerdings für den Menschen sichtbar wird; seine Entstehung habe ich früher an anderer Stelle beschrieben[3]). Die versteckte Färbung an der Unterseite der Blätter führt dann zu den Fällen, wo die lebhafte Färbung im Innern der Organe oder in der Erde verborgen ist, wofür Hildebrand mehrere Beispiele anführt. Den von ihm erwähnten roten Pfirsichen können die Granatäpfel angereiht werden und auch die von ihm genannten Wurzeln liessen sich durch weitere Beispiele vermehren (Erle, *Daucus*, Radieschen).

Als nutzlose Düfte führt Hildebrand (Ähnlichkeit 1902, S. 65) an die der Windblütler (*Mercurialis annua*), wohin auch die Edelkastanie mit ihrem aminoiden Duft zu rechnen ist, und die der vegetativen Organe (Zweigknospen von Pappeln und Laubblätter der aromatischen Labiaten). Inwieweit aber der Duft der Blätter eine Bedeutung als Schutzmittel gegen pflanzenfressende Tiere hat, lässt sich schwer feststellen. Für die Fälle, wo sich Pflanzen oder Pflanzenteile durch besonderen Geschmack auszeichnen, wird man wohl immer annehmen können, dass es sich um Anlockungs- oder Abstossungsmittel für Tiere handelt.

---

1) Über bunte Laubblätter. Annales du Jardin bot. de Buitenzorg, vol. VIII, 1896.
2) l. c. 1902, S. 63.
3) Über Farben in der Pflanzenwelt. Naturwiss. Wochenschrift XV, 1900, S. 171.

Zu erwähnen wären noch die nutzlosen Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten. Hinsichtlich der ersteren kann ich wieder auf die von HILDEBRAND in seinem letzten Aufsatz genannten Beispiele verweisen, denen sich wohl noch mehrere anfügen liessen. Ich erinnere an die „Nachahmung“ von Agaven und Bromelien durch gewisse Eryngien in Brasilien, ferner an die Ähnlichkeit der *Caulerpa*-Arten mit höheren Pflanzen, nach denen sie benannt sind (*Caulerpa Lycopodium*, *cupressoides*, *hypnoides*, *cactoides*, *sedoides*) sowie der Alge *Halimeda Opuntia* und der *Opuntia vulgaris*. Ganz auffallend, so dass wir sie kaum für zufällig halten können, ist die Ähnlichkeit in Form, Farbe und Duft der Blüte bei *Syringa vulgaris* und *Daphne striata*. Auch der Ähnlichkeit von Gallen mit Früchten, die KERNER in seinem Pflanzenleben (Bd. 2, S. 544 der ersten Auflage) bespricht, wäre hier zu gedenken.

Die Verschiedenheit oder Mannigfaltigkeit ist schon bei Besprechung der Gestalt mehrfach erwähnt worden, wie die verschiedenen Formen des Blattes und des Blattrandes. Ich gedenke auch besonders der kleinen Unterschiede, die bei grosser Ähnlichkeit im übrigen Verhalten gerade die Artmerkmale schwer zu unterscheidender Gruppen darstellen, wie die Blüten- und Fruchtverhältnisse der *Carices*, die Früchte der Umbelliferen, die Stacheln der Kakteen, sodann die Schalenstrukturen der Diatomeen und die Formen der Desmidiaceen. Wo bei Tieren solche uns unerklärlich erscheinenden Abzeichen auftreten, z. B. die Zeichnungen am Kopf und an den Flügeln, wodurch sich die Arten einer Vogelgattung unterscheiden, da hat man die Erklärung, dass es sich um Erkennungszeichen handelt, mit deren Hilfe sich die Geschlechter einer Art finden sollen; wenn aber diese Erklärung schon nicht für die niedriger organisierten Tiere, wie Coelenteraten, Spongien und Protozoen geltend gemacht werden kann, so noch viel weniger für die Pflanzen.

Damit sind wir freilich auf einen heiklen Gegenstand gekommen, denn die Frage, warum es so viele ähnliche Arten einer Gattung gibt, die auch fast alle dieselbe Lebensweise haben, wie ich schon oben für Diatomeen und Desmidiaceen hervorhob, warum es überhaupt so viele verschiedene Arten im Pflanzen- und Tierreich gibt, gehört nicht nur nicht in das Gebiet der exakten Naturforschung, sondern ist auch eine solche, auf die wir nicht einmal von der Philosophie eine Antwort erwarten können. Ich wiederhole hier nur, dass dieser Reichtum der Formen bei der Annahme der DARWIN'schen Theorie von der Entstehung der Arten nach dem Nützlichkeitsprinzip vollkommen unverständlich bleibt. Dies ist der eine Punkt, auf den ich bei diesem flüchtigen Überblick der „nutzlosen“ Eigenschaften der Pflanzen hinweisen wollte, andererseits aber möchte ich darauf aufmerksam machen, dass vieles, was uns als nutzlos erscheint, gerade

für die menschliche Auffassung unter den Begriff des Schönen fällt, wie ich absichtlich im Vorhergehenden wiederholt angedeutet habe.

Um die Sache genauer zu bezeichnen, handelt es sich hierbei um einen besonderen Schmuck im Gegensatz zu derjenigen Schönheit, die wir etwa an einem Baum bewundern und die teils auf architektonischen Prinzipien, teils auf der Freude an der Entwicklung des Lebendigen beruht. Etwas anderes ist auch das ästhetische Wohlgefallen, das durch die Zierlichkeit und Regelmässigkeit der inneren Struktur, z. B. bei Betrachtung eines Blattquerschnittes, erregt wird[1]). Wir können also vielleicht die Schönheit, die ich hier meine, als ornamentale Schönheit bezeichnen und werden dabei wohl zunächst an die bunten Blumen denken. Man wird mir hier entgegenhalten, dass bei den insektophilen Blüten Farbe und Form unter dem Einflusse des Insektenbesuches entstanden sind, dass die feineren Zeichnungen, die nicht geeignet sind, Insekten von fern anzulocken, als Saftmale dienen, dass, um mit CONRAD SPRENGEL[2]) zu reden, „der weise Schöpfer der Natur auch nicht ein einziges Härchen an der Blüte ohne eine gewisse Absicht hervorgebracht hat." Da ferner die Symmetrie im Blütenbau, sei es die strahlige oder die zygomorphe, als etwas Gegebenes anzunehmen ist, so scheint hierdurch der schöne regelmässige Bau und die regelmässige Verteilung der farbigen Flecken, Streifen und dergleichen erklärt. Ich gebe zu, dass durch diese Verhältnisse ein grosser Teil von der Schönheit der Blüte als nützliche oder notwendige Eigenschaften verständlich wird, aber ich bezweifle, dass man sich von dieser Erklärung befriedigt fühlt, wenn man sich ehrlich prüft bei Betrachtung vieler schöner Blüten, in Abbildungen oder in der Natur. Man wird sich dabei sagen müssen, dass die Einrichtungen für den Insektenbesuch viel einfacher sein könnten, dass wir uns keinen Begriff davon machen können, was all die wunderbaren Zeichnungen und Gestaltungen etwa einer *Stanhopea*-Blüte zu bedeuten haben. Ich verweise sodann auf eine Reihe von Erscheinungen, die wir oben unter den nutzlosen Eigenschaften angeführt haben, nämlich auf die bunten Blüten der anemophilen Pflanzen, die bunten Laubblätter, die Florideen, die Desmidiaceen und besonders die Diatomeen! Aber selbst wenn es gelingen sollte, Zweckmässigkeitsgründe für die in Rede stehenden sogenannten nutzlosen und zugleich ästhetisch wohlgefälligen Erscheinungen aufzufinden, so würden wir uns damit doch nicht zufrieden geben dürfen, weil die ganze Organismenwelt einheitlich erklärt

---

1) R. ANHEIRRER hat in seinem prächtigen Werk: „Mikroskopische Kunstformen des Pflanzenreichs" (Dresden 1904) vielfach derartige Figuren dargestellt neben solchen, die in unseren Begriff der ornamentalen Schönheit gehören würden.

2) Das entdeckte Geheimnis der Natur. Berlin 1793. Einleitung S. 1. Dort heisst es allerdings „Pflanze" statt „Blüte".

werden muss und weil bei den Tieren Schönheit um ihrer selbst willen, Schmuck im eigentlichen Sinne unzweifelhaft vorhanden ist.

Vögel, Insekten und Mollusken sind in erster Linie zu nennen. Die prächtigen Hühner- und Paradiesvögel zeigen aufs deutlichste, dass das Prinzip des Schmuckes über das der Zweckmässigkeit siegen kann, nämlich bei den Männchen, die allein den Schmuck tragen, während die Weibchen, als die für die Erhaltung der Art wertvolleren und mehr zu schützenden Tiere, des Schmuckes ganz oder grossenteils entbehren, worauf besonders WALLACE[1]) hingewiesen hat. Dieser Autor hat die ganze Haltlosigkeit der DARWIN'schen Theorie dargetan, nach der die schmückenden Eigenschaften durch geschlechtliche Zuchtwahl entstanden sein sollen. Unvereinbar mit dieser Theorie sind auch die Verzierungen in Form und Farbe der Muschelschalen und Schneckenhäuser, was DARWIN selbst zugestanden hat[2]), sie sind aber sehr wichtig, weil wir auf die Schnecken überhaupt nicht das anwenden können, was für höher organisierte Tiere gelten könnte, wohl aber die Schnecken mit den Pflanzen vergleichen können. Noch viel mehr gilt dies für Korallen und Spongien, bei denen doch auch das Schönheitsprinzip eine grosse Rolle zu spielen scheint; die Radiolarien nun vollends sind mit den Diatomeen in dieser Hinsicht ganz auf eine Stufe zu stellen. Näher eingehen kann ich auf diese Verhältnisse bei den Tieren hier nicht, ich will nur an sie erinnern, weil wir sie nicht ausser Acht lassen dürfen, wenn wir von der ornamentalen Schönheit der Pflanzen sprechen.

Zu erklären, warum Tiere und Pflanzen durch schöne Formen und Farben geschmückt sind, haben bisher wohl nur sehr wenige versucht, während ästhetische Betrachtungen über die Gründe, aus denen uns Tiere oder Pflanzen schön erscheinen, von verschiedenen Seiten veröffentlicht worden sind. Man hat dagegen so oft, speziell bei der Färbung, auf deren biologische Bedeutung zum Nutzen ihres Trägers hingewiesen, dass es bemerkenswert ist, wenn der Zoologe BRUNNER VON WATTENWYL in seinem grossen Tafelwerke, „Betrachtungen über die Farbenpracht der Insekten“ (Wien 1897), die Anschauung vertritt, dass die Färbungen nicht auf Zweckmässigkeitsrücksichten beruhen und in seinen kurzen theoretischen Bemerkungen deutlich ausspricht, dass „wir in der Färbung der Insekten auf eine Willkür stossen, in der das Bestreben liegt, etwas zu erzeugen, das keine Rücksicht auf den Träger nimmt.“ Dieser Autor glaubt dann freilich, um eine Erklärung zu finden, seine Zuflucht zu einem „über der Weltordnung bestehenden Willen“ nehmen zu müssen, wobei

---

1) R. WALLACE, Die Tropenwelt. (Deutsche Übersetzung, Braunschweig 1879.) Kap. V und VI.

2) Abstammung des Menschen und geschlechtliche Zuchtwahl. Übersetzt von V. CARUS, 4. Auflage, 1883, S. 255.

wir ihm aber nicht zu folgen brauchen. Wenn man die Bedeutung der ornamentalen Schönheit erklären könnte, so würde damit auch ein grosser Teil derjenigen Eigenschaften erklärt sein, die wir jetzt noch als nutzlose bezeichnen müssen. Die Physiologie oder exakte Naturwissenschaft wird darauf verzichten müssen, eine solche Erklärung zu geben, sie muss dies schon einer metaphysischen Betrachtung überlassen, und eine solche findet im allgemeinen bei den Physiologen wenig Sympathie oder auch Verständnis. Ich will mich deswegen darauf beschränken, auf eine Schrift hinzuweisen, die mein Bruder vor kurzem herausgegeben hat[1]) und in der bei Besprechung der Schönheit der Tiere auch auf die Pflanzen Rücksicht genommen wird. Der Verfasser weist darauf hin, „dass die Schönheit durch die ganze Natur geht, dass aber bei Pflanzen und Tieren ihre Steigerung vom geschlechtlichen Leben abhängig ist.“ „Bei den Organismen ist zweifellos das Leben in der geschlechtlichen Tätigkeit am höchsten gesteigert, hier steigt die Flamme des Lebens hoch empor und der durchglühte Organismus beginnt in schönen Farben zu leuchten.“ Stellen wir uns die von leuchtend roten Blüten bedeckte Fichte vor, für deren Färbung wir keinen biologischen Nutzen ergründen können, so wird es allerdings schwer, nicht an einen Zusammenhang zwischen dem brennenden Rot und dem Kulminationspunkt der Fortpflanzungstätigkeit zu glauben. Dann müssen wir aber auch die von Blüten bedeckte Alpenrose, deren Blütenfärbung als Anlockungsmittel der Insekten und als Wegweiser zum Nektar erklärt wird, von demselben Gesichtspunkte aus betrachten und ebenso natürlich jede andere schön blühende Pflanze. Andererseits lässt sich die ornamentale Schönheit, die wir doch auch verschiedenen Vegetationsorganen zuschreiben, z. B. den bunten Laubblättern, schwer in Einklang bringen mit dem Satz, mit dem der eben zitierte Autor seine Schrift schliesst: „Alle Schönheit ist wahrnehmbar gewordene Liebe.“ Da wir über Glaubenssätze oder Vermutungen in diesem Gegenstande schwerlich hinauskommen, so begnüge ich mich mit diesen Andeutungen, die eben nur das feststellen sollen, dass ornamentale Schönheit auch im Pflanzenreich als ein gewisses Prinzip, ähnlich dem der Symmetrie, für die Entwicklung der Organe geltend gemacht werden kann.

---

1) P. J. MÖBIUS, Beiträge zur Lehre von den Geschlechtsunterschieden. Heft 9. Die Geschlechter der Tiere, I. Teil (Halle a. S. 1905). Im ersten Abschnitt wird die Grösse, im zweiten die Schönheit besprochen Hier will ich noch folgenden Satz zitieren (S. 30): „Die Hauptmasse sozusagen der irdischen Schönheit ist vom Gefallen der Individuen unabhängig, und ihr Nutzen ist nicht einzusehen.“

# 3. W. Figdor: Über Regeneration der Blattspreite bei Scolopendrium Scolopendrium.

Mit Tafel I.

Eingegangen am 18. Januar 1906.

Eine echte „typische" Regeneration oder, um mit KÜSTER[1]) zu reden, eine Restitution der Blattspreite ist bis jetzt nur in einigen wenigen Fällen[2]) bekannt geworden. Ich habe deshalb in letzter Zeit Blätter verschiedener Gewächse bezüglich ihrer Fähigkeit, verloren gegangene Teile wieder zu ersetzen, untersucht und möchte heute, obwohl meine Studien auf diesem Gebiete noch nicht abgeschlossen sind, die Aufmerksamkeit auf das Farn *Scolopendrium Scolopendrium* (*S. vulgare* Sm.) lenken, bei welchem eine Restitution der Blattspreite noch nicht beobachtet worden ist, obwohl es verhältnismässig leicht gelingt, sie im Experimente einzuleiten[3]).

Farnblätter erschienen schon GÖBEL[4]) infolge ihres lange andauernden Spitzenwachstums für Regenerationsversuche besonders geeignet. Seine darauf hin ausgeführten Versuche waren nur zweimal von Erfolg begleitet. Es trat bei *Polypodium Heracleum* nach Spaltung der Blattlamina eine seitliche Regeneration dieser ein, während die Blätter aller anderen Versuchspflanzen (*Blechnum brasiliense*, *Polypodium subauriculatum*) ausnahmslos, ohne eine Regeneration zu zeigen, zugrunde gingen[5]). Ich entschied mich mit *Scolopendrium*-Blättern deshalb zu arbeiten, weil sie erstens ganz einfach gebaut sind — sie sind bekanntlich ungeteilt — und zweitens öffnet sich die im jugendlichen Zustande spiralig eingerollte Blattlamina ziemlich früh, lange bevor das Wachstum der Blätter abgeschlossen ist. Ausserdem war

---

1) KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie. G. FISCHER, Jena 1903, S. 4.

2) Eine Zusammenstellung der diesbezüglichen Literatur findet sich bei GÖBEL: Über Regeneration im Pflanzenreich (Biolog. Zentralblatt, Bd. 22, 1902, S. 385ff.) und KÜSTER, l. c. S. 9. Vergl. ferner PFEFFER's Pflanzenphysiologie, Bd. II § 47, „Reproduktion und Regeneration", und GÖBEL, Allgemeine Regenerationsprobleme. Flora, Ergänzungsband 1905, S. 384ff.

3) Gelegentlich des am 2. Dezember 1905 an unserer Universität abgehaltenen „botanischen Abends" habe ich die wichtigsten Ergebnisse dieser Studie unter Vorweisung des Belegmaterials besprochen und gleichzeitig auf Restitutionsvorgänge an der Blattspreite von *Monophyllaea Horsfieldii* R. Br. hingewiesen. Über diese sowie verschiedene Regenerationsversuche, welche hauptsächlich mit *Streptocarpus*-Arten ausgeführt wurden, soll nächstens berichtet werden.

4) GÖBEL, Über Regeneration im Pflanzenreich. L. c. S. 433.

5) GÖBEL, l. c. S. 503.

es mir leicht möglich Untersuchungsmaterial[1]) in genügender Anzahl zu beschaffen.

Sämtliche Versuchspflanzen, welche gut eingewurzelt waren, wurden in einem hellen, jedoch vor direkter Sonne geschützten Raume kultiviert, in welchem eine Temperatur von 22—25° C. herrschte, um ein rasches Wachstum zu erzielen. Gleichzeitig sorgte ich dafür, dass der Luftfeuchtigkeitsgehalt ebenda ein hoher war. Auf diese Weise gelang es die Transpiration der Blätter und der Wundflächen, welche diesen beigebracht wurden, stark herabzusetzen.

Meine ersten Versuche, eine Regeneration der Blattspitze hervorzurufen, blieben erfolglos. Ich schnitt nämlich mittels eines scharfen, sehr schmalen Skalpells von der Blattlamina, welche eine locker gerollte Spirale darstellte, die Scheitelregion senkrecht zur Richtung des Medianus in einer Länge von etwa 5 *mm* ab. Nach ungefähr ein bis zwei Monaten konnte man bemerken, dass die Wundfläche länger geworden war (ob durch Zellstreckung oder Zellvermehrung habe ich bisher nicht untersucht) und gleichzeitig erschienen die dem Blattrande zunächst gelegenen Partien dieser stark nach vorwärts geschoben, wahrscheinlich infolge einer ausgiebigen Tätigkeit des Randmeristems und des Umstandes, dass die dem Mittelnerv zunächst gelegenen Gewebselemente zur Zeit der Operation mehrweniger in einen Dauerzustand übergegangen waren. Auf diese Weise geschah es, dass die ursprünglich ganz gerade Schnittfläche, welche sich nach aussen durch ein Wundperiderm abgeschlossen hatte, schliesslich einen Winkel (in den einzelnen Fällen von verschiedener Grösse) bildete, dessen Scheitel im Medianus lag und dessen Schenkel gerade oder auch manchmal etwas konkav gekrümmt waren (Fig. 1[2]). Eine grosse Rolle an dem Zustandekommen dieser Erscheinung spielen naturgemäss auch die durch die Verletzung in den einzelnen Geweben geänderten Spannungsverhältnisse, und führe ich speziell auf diese die Tatsache zurück, dass sich die Blattränder gegen die Schnittfläche hin stark konvex krümmten und die Blattflächen selbst mannigfache Drehungen aufwiesen. Letztere sind vielleicht ursächlich auch mit der im Versuchsraume vorhandenen grossen Luftfeuchtigkeit in Verbindung zu bringen.

Die gemachten Erfahrungen veranlassten mich später von der eben aufgerollten Blattspitze (die Blattflächen waren durchschnittlich 9—10 *cm* lang und 3—4 *cm* breit) mit Hilfe eines scharfen Rasiermessers ein nur kaum merkbares Stück (Bruchteile eines Millimeters)

1) Dasselbe stammte vom Untersberg bei Salzburg.

2) Sämtliche Abbildungen wurden nach Photographien hergestellt, welche Herr stud. phil Čzerni von teils lebenden, teils konservierten Objekten annähernd in natürlicher Grösse angefertigt hatte. Ich danke demselben auch an dieser Stelle bestens für seine Bemühungen.

in gleicher Richtung, wie oben erwähnt, abzutrennen. Zwei bis drei Monate nachher[1]) konnte man an einigen derart behandelten Blättern Folgendes beobachten: Es war immer eine Spaltung des Vegetationspunktes und damit verbunden eine Gabelung des Mittelnervs eingetreten; zwischen den beiden Ästen dieses hatte sich Assimilationsgewebe gebildet, dessen äusserer Kontur oft mannigfache Wellungen aufwies. Entweder geschah es, dass die beiden neu entstandenen Vegetationspunkte gleichen Schritt hielten bezüglich ihres Längenwachstums mit dem dazwischen liegenden Assimilationsgewebe (in zwei Fällen), oder in ihrer Entwicklung letzterem vorauseilten. Im ersteren Falle erschienen die Farnwedel abgestutzt parallel zur angebrachten Schnittfläche (Fig. 2, *a* und *b*, die beiden Vegetationspunkte), im letzteren trat eine typische Schwalbenschwanzbildung auf (Fig. 3 von vorn, Fig. 4 von hinten gesehen). Regenerat Fig. 5 zeigt das Gleiche, nur hat sich der eine Gabelast in die Richtung des Medianus eingestellt, während der andere annähernd senkrecht darauf steht[2]). Auffallend erschien es mir, dass diese Neubildungen nie eine epinastische Krümmung (um mich allgemein auszudrücken) aufwiesen im Gegensatz zu normal ausgebildeten Blattspitzen, sondern die gerade Verlängerung desjenigen Blatteiles bildeten, welcher sie trug. Wie soll man sich nun diese stets auftretende Spaltung des Vegetationspunktes und Hauptnervs durch eine einfache Dekapitation der Blattspitze entstanden denken? Meiner Meinung nach dadurch, dass das meristematische Gewebe in der Mitte infolge von Verschiedenheiten in der Gewebespannung auseinander gewichen ist und sich nach zwei Seiten hin entwickelt hat[3]). Wie die Zellteilungen erfolgen, wird erst die anatomische Untersuchung derartig verletzter Scheitelregionen uns lehren, über welche ich später zu berichten gedenke. Dass es sich in den vorliegenden Fällen um „echte" Regenerationsprozesse handelt, ist für mich sicher, obzwar in keinem einzigen Falle die ursprüngliche Gestalt der Blattspitze wieder hergestellt wurde. Für die Richtigkeit meiner Auffassung spricht auch der Umstand, dass nirgends die Gegenwart von Wundperiderm konstatiert werden konnte, sowie das Verhalten von der Länge nach geteilten Farnwedeln, welches gleich besprochen werden soll.

Spaltet man das spiralig eingerollte Ende eines *Scolopendrium*-

---

1) Über die allerersten Entwicklungsstadien weiss ich leider nichts zu berichten, da ich die Versuche zu Ende des Sommersemesters eingeleitet habe und während der Ferien von Wien abwesend war.

2) Wahrscheinlich wurde der Schnitt in diesem Falle nicht ganz senkrecht, sondern etwas schief zur Längsrichtung des Medianus geführt.

3) Betreffs des Zustandekommens einer Gabelbildung vergleiche auch die Auseinandersetzungen von W. ROTH: Doppelte Regeneration eines Bartfadens bei einem Tangerwelse. Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde, 16. Jahrg. (1905), S. 410.

Blattes, so lange es drei bis vier Windungen aufweist, möglichst genau in der Mitte des Medianus derart, dass annähernd zwei symmetrische Spalthälften zustande kommen, so beobachtete ich niemals eine seitliche Regeneration der Blattfläche; gewöhnlich wuchs eine jede Hälfte für sich bis zu einem gewissen Grade weiter und ging schliesslich, wie es schien, an einem Fäulnisprozess zugrunde. Wird jedoch die Blattspitze so früh, als es ihre Aufrollung nur gestattet, mittels eines Messers möglichst median, ganz seicht (etwa 0,5 *mm*) eingeritzt, dann gelingt es oft auf diese Weise eine Gabelung der Blattspreite, eine echte Doppelbildung, hervorzurufen. Der Hauptnerv erscheint, wie dies an einem ungefähr drei Monate alten Regenerate (Fig. 6) zu sehen ist, bis zu einer gewissen Tiefe gespalten und hat an der Innenseite der beiden Gabeläste Assimilationsgewebe entwickelt. An der Spaltstelle selbst ist dasselbe, wohl durch Raummangel veranlasst, nur in ganz geringem Masse zur Ausbildung gelangt und nimmt von da allmählich an Breite zu und schliesslich in apikaler Richtung wieder ab. Die Gabeläste wiesen stets starke epinastische Krümmungen auf und zeigen selbst oft wieder eine Bifurkation der Lamina (z. B. Fig. 7 bei *a*), wie ich sie auf voriger Seite für dekapitierte Blattspitzen beschrieben habe. Manchmal treten auch überzählige Bildungen auf. So zeigt das Regenerat (Fig. 7, *b*) einen Blattlappen, welcher in der Gegend des Spaltes aus der Unterseite des Blattes hervorbricht.

Schliesslich möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass die Systematiker bei unserem Farne zahlreiche Bildungsabweichungen konstatiert haben, u. a. eine Gabelung der Blattspreite, wie ich sie experimentell hervorgerufen habe. Derartige Pflanzen wurden sogar als var. „*daedalea*" Döll.[1]) beschrieben. Dieselbe kommt in unserem Florengebiete nur sehr selten vor, hingegen überaus häufig in England; das gleiche gilt auch bezüglich der anderen Varietäten, und erscheint es mir gar nicht ausgeschlossen, dass in diesen Gegenden kleine Tiere vorkommen, welche die Scheitelregion der Blätter irgendwie verletzen, auf welche Verwundung die Pflanzen dann in erwähnter Weise reagieren.

Wien, Biologische Versuchsanstalt.

---

1) Vergl. LUERSSEN, Die Farnpflanzen Deutschlands usw. in RABENHORST's Kryptogamenflora. Bd. III (1889), S, 121 ff.

# 4. Hermann Dingler: Über das herbstliche Absterben des Laubes von Carpinus Betulus an geschneidelten Bäumen.

Eingegangen am 22. Januar 1906.

---

In dem vorletzten Heft dieser Berichte habe ich kurze Mitteilung gemacht über das Verhalten einer Anzahl im Januar bezw. Februar des Versuchsjahres geschneidelter und geköpfter Bäume beim herbstlichen Laubfall, darunter auch von einigen Exemplaren von *Carpinus Betulus*. Das spät entwickelte Laub dieser Art erwies sich, indem es in jugendkräftigem Zustand in den Herbst trat, als ganz besonders widerstandsfähig gegen Wetterungunst.

Es wurden am 14. I. 1902 ein Exemplar (Nr. 1) und am 10. II. 1903 vier Exemplare (Nr. 2—5) in der früher geschilderten Weise behandelt. Die Blattentwicklung verzögerte sich infolge der Operation bei Nr. 1 um 47 Tage, bei den vier übrigen um 42 bis 46 Tage. Bei Nr. 1 trat im Herbst überhaupt keine Verfärbung oder wenigstens nur Spuren derselben ein (mit Verspätung von 33 Tagen gegenüber normalen Bäumen gleichen Standortes — Blattfall fehlte ganz). Bei Nr. 2—5 verzögerte sich die Verfärbung um 43 bis 48 Tage, der Laubfall um 34 bis 41 Tage. Bei Nr. 1 fielen fast sämtliche Blätter in vollkommen frischem, lebenskräftigem Zustande der Vertrocknung infolge länger dauernder, intensiver Frostperioden zum Opfer, bei Nr. 2—5 hatten dieses Schicksal nur die obersten, jüngsten Blätter der Zweige.

Im Grunde reagierten alle fünf Individuen sehr ähnlich, nur zeigte Nr. 1 das extremste Verhalten, indem seine Blätter ganz besonders lange in den Spätherbst und Winter hinein aushielten. Es war dies ohne Zweifel die Folge des sehr schattigen Standortes des Baumes. Die anderen waren alle mehr oder weniger der Sonne ausgesetzt. Die Versuche fielen leider in zwei verschiedene Jahre. Jedenfalls würde, wenn sie im gleichen Jahre ausgeführt worden wären, der Unterschied in der herbstlichen Lebensdauer noch etwas grösser ausgefallen sein, denn der Herbst des Jahres 1902, in dem Nr. 1 operiert wurde, war für das Blattleben entschieden ungünstiger wie der Herbst 1903. In jedem Falle zeigen die Versuche, wie schon meine ersten im Jahre 1900 mit *Populus fastigiata*, besonders der mit dem Exemplar Nr. 1, die Bedeutung des Alters der Blätter für ihre Widerstandsfähigkeit und Lebensdauer ganz ausserordentlich charakteristisch. Sie zeigte sich freilich auch bei allen anderen operierten Arten, aber die Unterschiede gegenüber dem Verhalten der normalen

Bäume traten nirgends so scharf hervor. Ich halte es daher für gerechtfertigt, gerade den Verlauf des Laubabsterbens bei *Carpinus* und speziell das Beispiel des Exemplares Nr. 1 zum Gegenstand eines etwas eingehenderen Berichts zu machen.

Am 7. VI. wurde die erste entfaltete junge Btattspreite notiert. Der Ausschlag erfolgte reichlich und ziemlich üppig längs des ganzen Stammstumpfes in Zweiggruppen mit Zwischenräumen von etwa 20—40 *cm*. Die stärksten Triebe verzweigten sich, erreichten 80 bis 90 *cm* Länge und trugen bis 25 entfaltete Blätter, von denen die unteren und mittleren wie bei Stockausschlägen über normale Grösse hatten. Wachstum, Verlängerung des Stammes und Vergrösserung der von den nicht abgeschlossenen Knospen abgelösten entfalteten Spreiten dauerte bis 10. X. Nach dieser Zeit konnte keine Zunahme mehr festgestellt werden, aber alle Blätter von der Zweigbasis bis zur Spitze waren vollkommen gesund und glänzend dunkelgrün, die jüngsten hellgrün, während bei allen normalen Individuen gleicher Lichtstellung schon seit 20. X. Vergilbung begonnen hatte.[1]) Am 23. X. wurden an den untersten sechs Blättern eines starken vielblättrigen Triebes (das unterste derselben war das am 7. VI. notierte erste geöffnete Blatt des Baumes!) Andeutungen von Vergilbung bemerkt, doch sassen alle sechs Blätter fest und waren noch zum grössten Teil dunkelgrün.

Bis zum 23. X. war frostfreies Wetter. Am 24. begann eine kurze, leichte Frostperiode: 24. X. - 1° C. min.; +10,4° C. max. 25. -0,6°; +7,5°. 26. -1,6°; +8,2°[2]). Irgend welche Einwirkung war nicht zu bemerken. — Am 3. XI. -1°; +7,5° und am 5. XI. -0,95°; + 7,3°. Es folgte keine Schädigung, am 7. XI. war alles noch im gleichen Zustand wie 23. X. — Am 12. XI. +0,1°; +7,9°. Infolge Abhaltung konnte erst am 14. XI. kontrolliert werden: Die nicht geschlossenen, sehr lockeren Endknospen wie die allerjüngsten, noch sehr stark gefalteten Blättchen zeigten sich welk und zum Teil vertrocknet. An dem oben erwähnten Zweig fing das siebente Blatt an etwas zu vergilben. An einem weiteren Zweig waren an den beiden untersten Blättern ebenfalls Spuren von Vergilbung entstanden. Sonst war alles normal.

Vom 16. XI. bis 24. XI. wurden bei meist heiterem Wetter und östlichen Winden folgende Minima und Maxima beobachtet: 16. -4,15°; +4,2°. 17. -3,05°; +1°. 18. -6°; +0,3°. 19. -6,65°; +0,8°.

---

1) Ich möchte dabei schon hier auf die von mir vielfach beobachtete Tatsache aufmerksam machen, dass im allgemeinen die fruchttragenden Bäume ihr Laub etwas früher abwerfen als die sterilen.

2) In meiner vorigen Mitteilung S. 465 d. B. in der 11. Zeile von oben soll es anstatt 14. X. bis 16. X. heissen 24. X. bis 26. X.

20. –7,3°; +0,8°. 21. –10,7°; +0,5°. 22. –11,3°; +0,2°. 23. –10,85°; +0,2°. 24. –2,4°; +4,1°. Am 27. XI. folgte noch ein schwacher Frost mit –1,3° und +3,7°.

Am 17. XI. war trotz der stärkeren Fröste keine Schädigung zu finden, ausser dass vereinzelte untere (ältere) Blätter stellenweise schmale, vertrocknete Randpartien und ganz vereinzelte von diesen in der Mitte des Interkostalgewebes zwischen den Seitenrippen kleine vertrocknete Stellen zeigten. Am 18. XI. nahmen die vertrockneten Stellen etwas zu und flossen zu schmalen, medianen Streifen zwischen den Rippen zusammen, auch die Vertrocknnng der Ränder machte Fortschritte. 19. bis 24. XI: Geringe weitere Zunahme der Vertrocknung, die Blätter sind Tag für Tag steif gefroren und zum Teil stark eingerollt; dennoch ist der Baum noch im ganzen frisch grün und die vertrockneten Teile nehmen am 25. XI. meist nur etwa $^1/_8$ bis $^1/_6$, höchstens und selten $^1/_3$ der Spreite ein. Die grünen Teile sind gesund und lebenskräftig. Die geschilderte Vertrocknung betrifft ausschliesslich die unteren und mittleren Blätter. Die oberen Blätter sind noch vollkommen intakt. Während dieser Frostperiode tauten die Blätter meist in den Mittagsstunden auf und gefroren dann wieder, ohne dass das Auftauen einen erkennbaren schädigenden Einfluss gehabt hätte.

In der Zeit vom 25. XI. bis 2. XII. war keine messbare Zunahme der Vertrocknung zu verzeichnen. Am 3. XII. begann eine neue starke Frostperiode, welche bis zum 16. XII. dauerte, mit folgenden Minimal- und Maximaltemperaturen: 3. –1,9°; +4,8°. 4. –9,1°; –6,5°. 5. –10°; –4,9°. 6. –13,4°; –6,1°. 7. –10°; –5°. 8. –12,2°; –5,8°. 9. –8,9°; –2,6°. 10. –4,5°; +1,1°. 11. –7°; +0,75°. 12. –11°; –1,9°. 13. –11,2°; –0,7°. 14. –9°; –0,1°. 15. –8,4°; +2,7°. 16. –0,8°; +4°. Während dieser Zeit schritt der Vertrocknungsprozess zwar langsam aber jetzt doch deutlicher fort, am raschesten an den älteren Blättern. Am 11. XII. waren an einzelnen Zweigen drei Viertel der Blätter ganz oder fast ganz vertrocknet, aber an der grossen Mehrzahl der Zweige waren die meisten Blätter noch zu etwa $^6/_7$ bis $^2/_3$ der Fläche am Leben und schön dunkelgrün, indem nur die Ränder und schmale Streifen in den Mittelfeldern zwischen den Seitenrippen abgestorben waren. Die drei bis vier jüngsten, noch nicht ausgewachsenen Blätter der Zweigspitzen waren immer noch vollkommen intakt, obschon sie am Baum eingeschrumpft und halb vertrocknet erschienen und ihre Ränder aufwärts gekrümmt waren.

Noch am 13. XII. waren diese Verhältnisse kaum verändert. Erst von diesem Tage an schlug die Vertrocknung einen zusehends rascheren Gang ein, und auch die meisten der oberen, bisher unbeschädigten Blätter fingen an von den Rändern aus zu vertrocknen.

Eine weitere, kurzdauernde Frostperiode brachten die Tage vom 22. XII. bis 25. XII. mit folgenden Temperaturen: 22. – 3,9°; – 0,2°. 23. - 5°; +2,5°. 24. – 6,05°; +1,18°. 25. – 5,8°; – 3,2°.

Am 23. XII. waren die meisten Blätter abgestorben, aber eine ganze Anzahl der obersten besassen noch beiderseits der Mittelrippe grüne, lebende Gewebestreifen von etwa $^1/_8$ bis $^1/_6$ der Spreitenausdehnung, welche an den Seitenrippen kleine Ausbuchtungen bildeten. An einem der unteren Zweige auf der Nordseite des Baumes befanden sich an diesem Tage noch drei vollkommen gesunde, kleine, flache und scheinbar ausgewachsene Blätter, von denen eines, das mittlere, noch am 7. Januar 1903 frisch grün und lebend befunden wurde. Alle übrigen vertrockneten in der Zwischenzeit nach und nach völlig.

Wie schon in meiner vorigen Mitteilung gesagt, betrachte ich den Vorgang des geschilderten Absterbens der Blätter, wenn er auch äusserlich unter dem Bilde des allmähligen Erfrierens verlief, als nicht direkt durch Tötung des Plasmas infolge Erfrierens verursacht, indessen werde ich hierauf jetzt nicht weiter eingehen, sondern behalte mir darüber besondere Mitteilung vor. Im übrigen will ich hier nur noch in Kürze erwähnen, dass meist in Zwischenräumen von einigen Tagen, zeitweilig aber auch jeden Tag die Blätter auf ihre Lebensfähigkeit geprüft wurden. Unter anderem wurden die gefrorenen Blätter bezw. Zweige in verschiedener Weise aufgetaut. Sie liessen sich nur am Leben erhalten, wenn sie entweder längere Zeit vollständig unter Wasser getaucht gehalten wurden — dann lebten sie, mit der Basis in Wasser gestellt, wie sommerliche beblätterte Zweige 10 bis 14 Tage ungeschädigt weiter — oder wenn sie in Wasser gestellt sofort in eine feuchte Kammer gebracht wurden. Die aufgetauten lebenden Blätter reagierten genau wie sommerliche bei Verbringen in giftige Gasatmosphären, wie z. B. von Formaldehyd. Genau wie die ganzen Blätter verhielten sich die letzten lebenden Geweberudimente von sonst grossenteils abgestorbenen Blättern. Noch am 23. Dezember abgeschnittene Blätter mit schmalem lebenden Mittelfeld längs der Mittelrippe erhielten dieses nach dem Auftauen frisch bis zum 5. Jan. 1903. Dann erst fing die lebende Partie an, sich von den Rändern her zu verfärben.

Aus Vorstehendem geht hervor, dass bei *Carpinus* wie bei den übrigen früher aufgezählten Arten der Altersunterschied das Entscheidende in der Absterbefolge der Blätter ist, wenn dieses Verhalten auch infolge mancher äusseren Verhältnisse an den früh abschliessenden wenigblättrigen normalen „Kurztrieben“[1]) unserer Bäume nicht deutlich hervortritt. Unter dem Einfluss des schattigen Standortes entwickelten sich bei dem eingehender geschilderten Baum

1) Nicht als terminus technicus in morphologischem Sinne gemeint!

die Blätter sehr spät. Unter der Gunst ihrer jugendlichen Widerstandskraft, auf deren Definierung einzugehen ich einstweilen unterlassen will und ihrer, abgesehen von den stärkeren Frostzeiten verhältnismässig geringeren Transpiration bei gewaltigem Wurzelvermögen blieben sie ungewöhnlich lange am Leben und ertrugen starke, lang andauernde Fröste. Eine Andeutung beginnender Alterung, einhergehend mit Vergilbung, zeigte sich in typischster Weise nur an einigen wenigen und zwar gerade den alleruntersten bezw. allerältesten Blättern. Blattfall trat überhaupt nicht ein, oder richtiger, er trat ein nach vollständiger Vertrocknung und langem Hängenbleiben auf gewaltsamem Wege durch den Wind.

Das Absterben erfolgte, abgesehen von den ungeschlossenen, lockeren Knospen und den allerobersten, in Entfaltung begriffenen Blättchen, welche genau wie die sommerlichen eben aus der Knospe getretenen Organe sich als sehr empfindlich erwiesen und früh welkten, der Altersfolge nach in der Weise, dass immer die von den Hauptwasserbahnen entferntesten Teile zuerst litten und vertrockneten: Zuerst die Blattränder und dann die Mittelfelder des Interkostalgewebes. Am längsten widerstanden die rechts und links der Mittelrippe gelegenen Gewebe, welche den Leitungsbahnen am nächsten liegen. Die allerwiderstandsfähigsten waren die jüngst entfalteten und schon in fixer Lichtlage befindlichen, noch nicht ausgewachsenen Blätter, welche wiederholtes, länger und kürzer dauerndes Gefrieren und Wiederauftauen einen langen Zeitraum hindurch ungeschädigt ertrugen[1]).

Sehr interessant ist die Einwirkung des Schneidelns und Köpfens der Bäume auf das Verhalten des Laubes im Jahre nach dem Operationsjahr. Es lässt sich nämlich sehr deutlich die Wirkung des relativ vergrösserten Wurzelsystems und der verminderten Augenzahl auf die Grösse und bis zu einem gewissen Grade

---

1) WIESNER hat (diese Ber. 1905 S. 51) auch die grosse Widerstandsfähigkeit des spät entstandenen Laubes bei *Ligustrum vulgare* und *ovalifolium* bemerkt. Dieses Beispiel hat aber kaum das Gewicht wie das von *Carpinus*, *Populus* und anderer sommergrüner Holzarten. Das Laub von *Ligustrum vulgare*, bei welcher Art, wie schon sehr lange bekannt, überhaupt ein grösserer Teil der Blätter und nicht bloss der jüngeren, den Winter bis zum Frühling (besonders im Schatten höherer Bäume) zu überdauern pflegt, ist als halb immergrün zu bezeichnen, wie auch unsere *Rubus*-Arten zum grossen Teil halbimmergrün sind. Auch unsere Eichen haben eine gewisse Neigung zu langer Erhaltung ihrer jüngeren Blätter, und man könnte daran denken, dass dieses Verhalten und vielleicht auch die häufige Konservierung des abgestorbenen Laubes mit ihrer Abstammung von gewissen immergrünen Formen zusammenhängt. Der Gedanke ist um so näher liegend als unsere *Quercus sessiliflora* mit der sehr ausgeprägt halb immergrünen oder fast immergrünen Formengruppe der *Quercus infectoria* des Orients sehr nahe verwandt ist. *Ligustrum ovalifolium* ist fast immergrün.

auch auf die Langlebigkeit der Blätter noch im zweiten Jahre beobachten, wie ich es schon 1901 für *Populus fastigiata* gefunden hatte. Auch *Carpinus Betulus* verhält sich ähnlich, ebenso die meisten anderen Baumarten, mit denen experimentiert wurde. Ich werde auf diese Verhältnisse, welche, wie andere längst bekannte Dinge, das Verhalten der Stöcke usw., auch eine grosse Selbständigkeit des Wurzelsystems unserer Bäume beweisen, was ich hier nur in aller Kürze betonen will, in einer nächsten Publikation näher eingehen.

---

## 5. J. Stoklasa: Über die chemischen Vorgänge bei der Assimilation des elementaren Stickstoffes durch Azotobacter und Radiobacter.

(Vorläufiger Bericht von JULIUS STOKLASA unter Mitwirkung der Assistenten ADOLF ERNEST, JOHANN TRNKA und EUGEN VÍTEK.)

Eingegangen am 22. Januar 1906.

Während meiner Studien im Laboratorium von M. W. BEIJERINCK in Delft habe ich Gelegenheit gehabt, die Methoden der Isolierung des *Azotobacter chroococcum* und *Radiobacter* aus Ackerboden kennen zu lernen. Ich habe unter Mithilfe meiner Assistenten tatsächlich *Azotobacter chroococcum* und *Radiobacter* in unseren Ackerböden in Böhmen nachgewiesen und mit den frisch isolierten Reinkulturen Versuche behufs Studiums der chemischen Vorgänge, welche sich bei der Assimilation des elementaren Stickstoffes abspielen, angestellt.

Ich kann erklären, dass diese chemischen Vorgänge sich wirklich mit Leichtigkeit verfolgen lassen, denn durch das grosse Verdienst BEIJERINCK's wurde in *Azotobacter* eine Mikrobenart gefunden, welche sich durch grosse Energie bei der Assimilation des Luftstickstoffes auszeichnet.

Von allen bis jetzt bekannten Bakterienarten, bei welchen die Eigenschaft der Assimilation des Luftstickstoffes konstatiert wurde, hat sich bisher bei *Azotobacter* die grösste Potenz ergeben.

Ich will in dieser Abhandlung nur kurz über die umfangreichen Versuche, welche wir mit *Azotobacter* und *Radiobacter* angestellt haben, referieren.

## I. Stickstoffgewinn mit Reinkulturen von Azotobacter und Radiobacter.

Die Kultur des *Azotobacter chroococcum* sowie die des *Radiobacter*[1]) im flüssigen Nährboden behufs des Stickstoffgewinnes wurden nach BEIJERINCK's Angaben ausgeführt.

37 grosse ERLENMEYER-Kolben von 15 *cm* Bodendurchmesser und 40 *cm* Höhe wurden mit 250 *ccm* Nährlösung gefüllt, die eine dünne Schicht im Kolben bildete. Zu diesen Versuchen wurde eine Nährlösung von folgender Zusammensetzung benutzt:

1000 *ccm* Moldauwasser,
20 *g* Mannit,
0,5 *g* Kaliumbiphosphat.

Nach gründlichem Sterilisieren in strömendem Dampf und zwar im Autoklav, wurden am dritten Tage nach der Sterilisation mit einer Platinöse einer frischen *Azotobacter*-Kultur 10 Kolben geimpft. Das Impfungsmaterial wurde von Strichkulturen entnommen, die auf Mannit-Bodenextrakt-Agar angelegt waren. 3 Kolben wurden nochmals sterilisiert und als blinde Kolben für die Analyse benutzt. Weitere 10 Kolben wurden mit Reinkultur von *Radiobacter* geimpft. Die Reinkultur wurde in Mannitnährlösung gezüchtet. Sodann wurden 10 Kolben mit *Azotobacter* und *Radiobacter* geimpft[2]). 30 geimpfte wurden gemeinsam mit 3 ungeimpften Kolben in die Brutkammer gestellt und bei einer Temperatur von 25° C. 10, 15—20 Tage stehen gelassen.

Bei den ungeimpften Kolben wurde nicht die geringste Trübung wahrgenommen. In den mit *Azotobacter* geimpften Kolben zeigte sich auf der Oberfläche eine charakteristische, perlmutterartig glänzende Membrane, welche durch mikroskopische Untersuchung als Reinkultur von *Azotobacter* festgestellt wurde. Bei allen geimpften Kolben wurde durch die mikroskopische Untersuchung eine ungemein starke Vermehrung der Bakterien beobachtet. Die mit *Radiobacter* geimpften Kolben wiesen kein wesentliches Wachstum der Bakterien auf.

Nach Ablauf der vorerwähnten Zeit wurde die Reinheit der Kulturen geprüft und die chemische Analyse von jedem Kolben separat vorgenommen. Wir haben nur diejenigen Kolben zur chemischen Untersuchung benutzt, in denen wir nur die Reinkulturen entweder von *Azotobacter* oder *Radiobacter* konstatieren konnten. Der Stickstoffgehalt wurde nach KJELDAHL-WILFARTH ermittelt.

---

1) Eine ausführliche Arbeit über die Isolierung von *Azotobacter* und *Radiobacter* sowie die Kenntnis der Lebensbedingungen dieser Bakterien erscheint im Centralblatt für Bakteriologie, II. Abt.

2) Eine Anzahl dieser Kolben wurde nochmals sterilisiert und als blinde Kolben für die Analyse benutzt, und zwar Kolben mit *Radiobacter* und solche mit *Azotobacter* und *Radiobacter*.

**Tabelle I.**

| Nummer des Versuches | Infektions-material | Anzahl der Kultur-tage | Gesamtstick-stoffgehalt in *mg* pro Liter | Stickstoff-gehalt der Nährlösung in *mg* pro Liter vor dem Versuche | Stickstoff-gewinn in *mg* pro Liter |
|---|---|---|---|---|---|
| I und II. | *Azotobacter-chroococcum* | 10 | 79,4 * | 4,5 | 74,9 |
| III. | dito | 15 | 95.1 | 4,5 | 90,6 |
| IV. | dito | 20 | 103,0 | 5,0 | 98,0 |
| V. | dito | 20 | 129,6 | 5,0 | 124,6 |
| VI und VII. | *Radiobacter* | 10 | 6,7 * | 4,5 | 2,2 |
| VIII und IX. | dito | 20 | 10,1 * | 5,0 | 5,1 |
| X. | *Azotobacter* und *Radiobacter* | 10 | 64,4 | 7,8 | 56,6 |
| XI und XII. | dito | 15 | 104,2 * | 7,8 | 96,4 |
| XIII. | dito | 20 | 112,0 | 5,0 | 107,0 |

Die mit einem Sternchen (*) bezeichneten Daten sind Durchschnittszahlen aus zwei Versuchen.

Aus Tabelle I ist ersichtlich, dass *Azotobacter* in 10 Tagen 75 *mg*, in 15 Tagen 90 *mg* und in 20 Tagen 125 *mg* Stickstoff aus der Luft assimiliert hat. Die Ansicht BEIJERINCK's, dass *Radiobacter* Stickstoff in elementarer Form assimiliert, können wir auf Grund unserer eigenen Versuche nicht bestätigen. Ferner können wir uns auch nicht der Ansicht anschliessen, dass *Azotobacter chroococcum* in Synergie mit *Radiobacter* in höherem Grade die Eigenschaft besitze, Stickstoff aus der Luft zu assimilieren, als selbst die Reinkultur von *Azotobacter*.

Wir finden sogar einen geringeren Stickstoffgewinn bei Synergie der genannten Bakterien als bei der Kultur bloss von *Azotobacter chroococcum*. *Radiobacter* erwies sich zur Stickstofffixierung in sehr schwachem Grade befähigt.

Wie wir in anderen speziellen Arbeiten nachweisen, ist *Radiobacter* ein ausgesprochener Denitrifikant. In einer GILTAY-ABERSON-schen Lösung, in der sich anstatt Glukose und Zitronensäure Mannit als Kohlenstoffnährquelle und zwar 20 *g* pro Liter befindet, zersetzt *Radiobacter* die Salpetersäure, und es entweichen 70—79 pCt. freien Stickstoffes binnen 14 Tagen. Dabei waren von dem Gesamtstickstoff der Nährlösung ungefähr 10—18 pCt. in organischer Form vorhanden[1]). *Radiobacter* ist eine eiweissbildende Mikrobenart, die im-

1) Über die Lebensbedingungen dieser interessanten Mikrobe wird an anderer Stelle ausführlich berichtet.

stande ist, bei Gegenwart von geeigneten Kohlenstoffnährquellen den Nitratstickstoff in unlöslichen Eiweissstickstoff überzuführen[1]).

Wir haben ähnlich wie mit Mannit auch noch Versuche mit anderen Kohlenstoffnährquellen ausgeführt, zu welchen eine Lösung von folgender Zusammensetzung benutzt wurde:

1000 *ccm* Moldauwasser,
20 *g* Glukose,
0,5 *g* Kaliumbiphosphat,
0,25 *g* Natriumkarbonat.

Für die grossen ERLENMEYER-Kolben wurden jedesmal 250 *ccm* Nährlösung verwendet.

Nach gründlicher Sterilisation im Autoklav wurden 15 Kolben geimpft mit Reinkultur von *Azotobacter chroococcum*, und 5 blieben ungeimpft. Sodann wurden die Kolben in der Brutkammer bei 25° C. aufbewahrt.

Aus den in Tabelle II dargestellten Resultaten ist zu ersehen, dass die Glukose sich besser als Kohlenstoffnährquelle für *Azotobacter chroococcum* geeignet hat wie Mannit, natürlich ist es aber nötig, etwas Calciumkarbonat oder Natriumkarbonat zuzusetzen.

Nach 15 Tagen ist in sieben Fällen die Glukose fast verschwunden. Es wurde auch ein grösserer Effekt bei der Assimilation des Luftstickstoffes durch *Azotobacter* konstatiert, wie in Mannitnährlösung. Wir fanden sogar, dass in 15 Tagen 180 *mg* Stickstoff pro Liter Nährlösung aus der Luft assimiliert wurden. Auf 100 *g* Glukose werden 445—1054 *mg* Stickstoff aus der Luft assimiliert oder, um 1000 *mg* Stickstoff durch die Bakterienzelle zu binden, werden 99—224 *g* Glukose in Kohlendioxyd und Wasserstoff bezw. Wasser übergeführt. Im Durchschnitt werden auf 1 *g* Stickstoff 165 *g* Glukose verbraucht. Zum Aufbau der Bakterienkörper ist nur ein geringer Teil derselben erforderlich.

BEIJERINCK und VAN DELDEN wiesen ausdrücklich darauf hin, dass es ihnen nicht gelungen sei, die Existenz der löslichen Stickstoffverbindungen festzustellen. Durch unsere Versuche haben wir dies bestätigt gefunden. Wir haben nach 5, 10, 15—20 Kulturtagen den Kolbeninhalt zuerst durch Filterpapier filtriert, sodann die Flüssigkeit durch eine CHAMBERLAND'sche Kerze durchgepresst.

Im Filtrate der CHAMBERLAND'schen Kerze haben wir pro Liter der Lösung 5—7 *mg* Stickstoff gefunden, also dieselbe Stickstoffmenge, welche in der ursprünglichen Nährlösung vorhanden war. In dem Inhalt der Kolben konnten wir weder qualitativ, noch quantitativ

1) Als intermediäres Produkt der Reduktion der Salpetersäure zu elementarem Stickstoff ergibt sich salpetrige Säure.

**Tabelle**

| Infektionsmaterial | Anzahl der Kulturtage | Gesamtstickstoff der Nährlösung vor dem Versuche | Gewicht der Bakterienmasse, getrocknet bei 100° C. zum konstanten Gewicht | Stickstoffgehalt der Bakterienmasse in pCt. | Stickstoff in der Bakterienmasse | Stickstoff im Filtrate[1]) | Gesamtstickstoff |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *mg* pro Liter | | | *mg* pro Liter | | |
| *Azotobacter* . | 15 | 7,5 | 341,2 | 10,67 | 36,4 | 28,0 | 64,4 |
| *Azotobacter* . | 15 | 7,5 | 1142,0 | 10,85 | 124,0 | 62,8 | 186,8 |
| *Azotobacter* . | 15 | 7,5 | 810,0 | 11,2 | 90,8 | 63,6 | 154,4 |
| *Azotobacter* . | 15 | 7,5 | 876,0 | 9 09 | 79,6 | 28,0 | 107,6 |
| *Azotobacter* . | 15 | 6,7 | 782,0 | 9,31 | 72,8 | 29,4 | 102,2 |
| *Azotobacter* . | 15 | 6,7 | 804,4 | 10,58 | 85,1 | 25 2 | 110,3 |
| *Azotobacter* . | 15 | 6,7 | 639,6 | 9,71 | 62,1 | 35,0 | 97,1 |
| *Azotobacter* . | 15 | 6,7 | 841,2 | 9,91 | 83,4 | 44,8 | 128,2 |
| *Azotobacter* . | 15 | 6,7 | 894,0 | 10,05 | 90,4 | 63,0 | 153,4 |

lösliche Stickstoffverbindungen nachweisen und zwar weder nach fünf, noch selbst nach 20 Kulturtagen.

Die von uns untersuchte Bakterienmasse von *Azotobacter chroococcum* enthielt durchschnittlich:

Gesamtstickstoff . . . . . . . 10,20 pCt.
Reinasche . . . . . . . . . 5,60 „
In der Reinasche sind . . . 62,35 „ $P_2O_5$

vorhanden.

Wir haben die feste Bakterienmasse einer näheren chemischen Untersuchung unterzogen und gefunden, dass der Stickstoff der Bakterienmasse hauptsächlich in Form von Nucleoproteïden und Lecithinen vorhanden war.[2])

Von grossem Interesse war es, die Menge des Kohlendioxyds zu konstatieren, welche während der Assimilation des elementaren Stickstoffes durch die Bakterienzelle ausgeatmet wurde. Wir haben zu diesem Versuche Kolben nach FERNBACH, welche einen Durchmesser von 20 *cm* haben, verwendet. In jedem Kolben waren 500 *ccm* Nährlösung vorhanden. Das Nährsubstrat war pro Liter Moldauwasser aus aus 20 *g* Mannit, 0,5 *g* $K_2HPO_4$ und 0,01 *g* $Na_2CO_3$ zusammengesetzt.

1) Das Filtrieren wurde durch Papierfilter vorgenommen.

2) Die näheren Daten über den Gehalt von Lecithin, Eiweiss und Nukleïn werden wir nächstens ausführlich mitteilen.

II.

| Gehalt an Glukose in der Nährlösung vor dem Versuche | Gehalt an Glukose nach dem Versuche | Verlust der Glukose | Stickstoff-gewinn | Stickstoff-gewinn pro 100 *g* verbrauchter Glukose | Für 1 *g* assimilierten Luft-stickstoff wird Glukose zersetzt |
|---|---|---|---|---|---|
| *g* pro Liter | | | *mg* pro Liter | | *mg* pro Liter |
| 19,36 | 6,58 | 12,78 | 56,9 | 445,2 | 224,6 |
| 19,36 | 1,56 | 17,79 | 179,3 | 1007,8 | 99,266 |
| 19,36 | 5,42 | 13,94 | 146,9 | 1053,8 | 94,900 |
| 19,36 | 1,29 | 18,0668 | 100,1 | 554,1 | 180,487 |
| 19,14 | 0,16 | 18,9800 | 95,5 | 503,1 | 198,743 |
| 19,14 | — | 19,14 | 103,6 | 541,2 | 184,750 |
| 19,14 | — | 19,14 | 90,4 | 472,3 | 211,725 |
| 19,14 | — | 19,14 | 121,5 | 634,8 | 157,531 |
| 19,14 | — | 19,14 | 146,7 | 766,4 | 130,470 |

Die Kolben wurden nach gründlicher Sterilisation am dritten Tage geimpft und zwar mit Reinkultur von *Azotobacter chroococcum.* Nach drei Tagen der Impfung wurde keim-, $CO_2$-, $N_2O_5$- und $NH_3$-freie Luft durchgeleitet und zwar nur oberhalb der Flüssigkeit.

Die Beschreibungen der Apparate, in welchen die Gärungsversuche ausgeführt wurden, sowie die analytischen Methoden sind ausführlich nicht nur in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft 36, 622 und 4058 (1903), sondern auch in den Arbeiten „Alkoholische Gärung im Tierorganismus und die Isolierung gärungserregender Enzyme aus Tiergeweben“ (Archiv für Physiologie, Bd. 101) und „Über die Isolierung gärungserregender Enzyme aus Kuh- und Frauenmilch“ (Archiv für Hygiene, Bd. 50) enthalten.

Aus Tabelle III ersehen wir, dass entsprechend grosse Mengen von Kohlendioxyd ausgeatmet wurden.

Die grösste Intensität der Atmung wurde vom 4. bis 10. Tage beobachtet. Sodann ist allmählig die Menge des ausgeschiedenen Kohlendioxydes zurückgegangen. Um festzustellen, welche Menge $CO_2$ pro Gramm Kultur ausgeatmet wurde, haben wir folgende Methode zum Ausscheiden der Bakterienmasse aus dem Nährsubstrat angewandt: Zuerst wurden von der Lösung des Kolbeninhaltes 50 *ccm* abgemessen und sodann in dieser Menge die $CO_2$ bestimmt. Die übrige Flüssigkeit wurde mit etwas Essigsäure angesäuert, verdünnte Natriumacetatlösung zugesetzt, die Flüssigkeit zum Kochen gebracht und verdünnte

**Tabelle III.**

Die Menge der ausgeatmeten $CO_2$ in Gramm pro Tag bei 25° C. Täglich wurden 20 *l* $CO_2$-, $NH_3$-, $N_2O_5$- und keimfreie Luft durch die Kolben oberhalb der Flüssigkeit durchgetrieben.

| Datum | I. Kolben *g* | II. Kolben *g* | III. Kolben *g* | IV. Kolben *g* | V. Kolben *g* | VI. Kolben *g* | VII. Kolben *g* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Tag | 0,0864 | 0,1358 | Wurde keine Luft durchgetrieben. | 0,0148 | 0,0345 | 0,0376 | 0,023 |
| 2. " | 0,7578 | 0,2641 | | 0,4206 | 0,0103 | 0,2165 | 0,2339 |
| 3. " | 0,8620 | 0,6343 | | 0,7424 | 0,4897 | 0,5405 | 0,6746 |
| 4. " | 0,9291 | 1,1689 | | 0,6537 | 1,1873 | 0,3825 | 0,6150 |
| 5. " | 1,1018 | 0,5171 | | 0,4997 | 0,1447 | 0,3680 | 0,2355 |
| 6. " | 1,5708 | 1,4004 | | 0,7143 | 0,3210 | 0,3505 | 0,6330 |
| 7. " | 1,1243 | 0,7486 | | 0,6424 | 0,4561 | 0,7180 | 0,6770 |
| 8. " | 1,3089 | 0,9010 | | 0,8514 | 0,5544 | 0,4060 | 0,3585 |
| 9. " | 0,4188 | 0,9710 | | 1,1495 | 0,4341 | 0,2865 | 0,2197 |
| 10. " | 0,1706 | 0,2660 | | 0,1456 | 0,4650 | 0,3240 | 0,2705 |
| 11. " | 0,2361 | 0,2895 | | 0,2754 | 0,1323 | 0,2995 | 0,2815 |
| 12. " | 0,1711 | 0,2225 | | 0,2907 | 0,0833 | 0,2425 | 0,1675 |
| 13. " | 0,1929 | 0,2078 | | 0,2329 | 0,0860 | 0,3660 | 0,2900 |
| 14. " | 0,1653 | 0,2126 | | 0,1554 | 0,0724 | 0,4035 | 0,0720 |
| 15. " | 0,1410 | 0,2128 | | 0,2306 | 0,1659 | 0,3305 | 0,2365 |
| 16. " | 0,2095 | 0,3557 | | 0,0952 | 0,1132 | 0,2216 | 0,1645 |
| 17. " | 0,1264 | 0,2800 | | 0,0496 | 0,2980 | — | — |
| 18. " | 0,0379 | 0.2491 | | 0,0496 | 0,1112 | — | — |
| Zusammen | 9,6107 | 9,0372 | — | 7,2138 | 5,1594 | 5,4937 | 5,1527 |
| Menge der $CO_2$ in der Lösung | 0,436 | 0,397 | — | 0,3645 | 0,5273 | 0.225 | 0.200 |
| Die Gesamtmenge d. ausgeatmeten $CO_2$ | **10,0467** | **9,4342** | — | **7,5783** | **5,6867** | **5,7187** | **5,3527** |

Eisenchloridlösung langsam zugesetzt und zwar so lange, bis sich kein Niederschlag mehr bildete. Die gefällte Bakterienmasse wurde auf einem gewogenen Filter gesammelt und zuerst mit heissem Wasser, sodann mit sehr verdünnter Salzsäure und abermals mit warmem Wasser ausgewaschen, bis keine Eisenreaktion im Filtrate zu konstatieren war. Dann wurde die Bakterienmasse zum konstanten Gewicht getrocknet, gewogen und der Gesamtstickstoff bestimmt.

Wir ermittelten das Gewicht in der Trockensubstanz der Bakterienmasse pro 500 *ccm*:

| | | |
|---|---|---|
| vom I. Kolben mit | . . . . . . . . | 0,483 *g* |
| „ II. „ „ | . . . . . . . . | 0,405 „ |
| „ III. „ „ | . . . . . . . . | 0,532 „[1]) |
| „ IV. „ „ | . . . . . . . . | 0,186 „ |
| „ V. „ „ | . . . . . . . . | 0,330 „ |
| „ VI. „ „ | . . . . . . . . | 0,410 „ |
| „ VII. „ „ | . . . . . . . . | 0,305 „ |

Der Gesamtstickstoffgehalt der Bakterienmasse wurde von 9,8 bis 10,5 konstatiert.

1 *g* der Bakterienmasse, auf Trockensubstanz berechnet, atmet in 24 Stunden nachstehende Mengen Kohlendioxyd aus:

| | | |
|---|---|---|
| Beim I. Kolben | . . . . . . . | 1,1546 *g* $CO_2$ |
| „ II. „ | . . . . . . . | 1,2940 „ „ |
| „ III. „ | . . . . . . . | — „ „ |
| „ IV. „ | . . . . . . . | 2,2634 „ „ |
| „ V. „ | . . . . . . . | 0,9573 „ „ |
| „ VI. „ | . . . . . . . | 0,8717 „ „ |
| „ VII. „ | . . . . . . . | 1,0967 „ „ |

Durchschnittlich atmet 1 *g* Bakterienmasse, auf Trockensubstanz berechnet, in 24 Stunden 1,2729 *g* Kohlendioxyd aus. Diese Menge des ausgeatmeten Kohlendioxyds ist gewiss erstaunlich und stellt die grösste Energie des Atmungsprozesses bei allen von mir beobachteten Bakterien dar.

Wir fanden, dass *Bacterium Hartlebi* ein ausgesprochener Denitrifikant ist und 1 *g* Bakterienmasse, in Trockensubstanz gerechnet, 0,6 *g* $CO_2$ ausatmet. Dieselben Quantitäten von *Clostridium gelatinosum*, einem notorischen Ammonisator, liefern innerhalb derselben Zeit nur 0,48 *g* $CO_2$. Die Atmungsversuche wurden mit beiden obenerwähnten Bakterienarten in GILTAY-ABERSON'scher Lösung ausgeführt.

Behufs Feststellung der Produkte, die durch Abbau des Mannits oder der Glukose unter Einwirkung des *Azotobacter* entstanden sind, wurde in folgender Weise vorgegangen:

Grosse Kolben nach Art jener von FERNBACH, die 40 *cm* im Durchmesser hatten, enthielten 1 *l* Nährsubstrat von nachstehender Zusammensetzung: In 1 *l* Moldauwasser waren 20 *g* Mannit oder Glukose und 0,5 *g* Dikaliumphosphat enthalten. Nach gründlicher Sterilisierung wurde die Nährlösung mit *Azotobacter* geimpft und in der Brutkammer bei 25° C. gehalten. Alle 24 Stunden wurden 20 *l* keim- und $CO_2$-, $NH_3$- und $N_2O_5$-freie Luft durch die Kolben getrieben. Als die Atmungsenergie des *Azotobacter* ihr Maximum erreichte, somit eine tägliche Kohlendioxydproduktion von etwa 1 *g* sich ergab (nach sieben

1) Dieser Kolben wurde vollständig in Ruhe gelassen.

Tagen), wurde der Kolbeninhalt der Destillation unterworfen, um die Menge des Alkohols und der flüchtigen sowie nichtflüchtigen Fettsäuren festzustellen[1]). Die von uns zu dieser Bestimmung angewandten Methoden wurden bereits in den obzitierten Arbeiten über die Isolierung glykolytischer Enzyme aus dem pflanzlichen und tierischen Organismus eingehend beschrieben. Die Bestimmung des Alkohols geschah nach einer bosonderen, auf der Oxydation seiner durch Chromsäure zu Aldehyd, Essigsäure und Kohlendioxyd beruhenden Methode[2]).

Zur Ausscheidung der Buttersäure sowie der Essigsäure benutzten wir das Verhalten ihrer Baryumsalze zum Alkohol, in welchem Baryumacetat beinahe unlöslich ist, während buttersaures Baryum in Lösung bleibt. Die Baryumsalze wurden sodann mit Orthophosphorsäure zersetzt und aus den freien Säuren, und zwar Butter- und Essigsäure, nach der Destillation Silbersalze dargestellt; letztere wurden getrocknet, gewogen und das Silber ausgefällt.

Die Butter- und Essigsäure wurde auch durch fraktionierte Destillation nach der Methode DUCLAUX bestimmt. Zur Bestimmung der Milchsäure wurde die Methode von A. PARTHEIL angewandt.

Aus zwei Untersuchungen ergaben sich nachstehende Abbauprodukte des Mannits. In 1 Liter wurden 402—640 *mg* Alkohol, 248—353 *mg* Milchsäure, ferner 624—700 *mg* Essigsäure und nur in einem Falle 95,6 *mg* Buttersäure gefunden, Bernstein- sowie Ameisensäure wurde nicht konstatiert.

Nach 20 Kulturtagen wurde in dem Kolbeninhalt Alkohol nicht gefunden. Die Menge der Milchsäure betrug 35,3 *mg* und die der Essigsäure 166,6 *mg*. Buttersäure, Bernstein-, sowie Ameisensäure wurde qualitativ überhaupt nicht nachgewiesen. Man hat gefunden, dass der $CaCO_3$-Zusatz zum Nährsubstrat die Mineralisierung der organischen Säuren, welche sich durch Abbau des Mannits oder der Glukose bilden, ungemein leicht ermöglicht.

Durch unsere weiteren Forschungen ist es uns gelungen, den Nachweis zu erbringen, dass der Abbau der Glukose ziemlich ähnlich verläuft, wie bei Mannit. Wir haben nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ Milchsäure, Alkohol und Essigsäure nachgewiesen. Von grossem Interesse ist wohl auch in diesem Falle, dass wir die Bildung von Ameisensäure beobachtet haben.

Die Gase, welche sich bei dem Abbau der Kohlenhydrate bilden,

---

1) Zu dem Kolbeninhalt wurde Kaliumcarbonat bis zur alkalischen Reaktion zugesetzt und der Alkohol abdestilliert. Nach der Austreibung des Alkohols wurde die Lösung mit Phosphorsäure angesäuert und die flüchtigen Fettsäuren mit Dampf ausgetrieben.

2) Berichte der D. Chem. Ges. XXXVIII. 2. Heft. JULIUS STOKLASA, „Über Kohlenhydratverbrennung im tierischen Organismus."

sind: Kohlendioxyd und Wasserstoff. Beide diese Gase wurden qualitativ nachgewiesen. Die Entnahme der Gase erfolgte aus einem Gärkolben.

Was die quantitative Analyse der bei der Assimilation des elementaren Stickstoffes entstehenden Gase betrifft, so verfuhren wir bei deren Bestimmung folgendermassen: Kolben von der oben angegebenen Dimension, die 1 *l* Nährlösung entweder mit Mannit oder mit Glukose (unter Zusatz von Calciumcarbonat) enthielten, wurden nach 24 Stunden einem Strome von 10 *l* keim-, $CO_2$-, $NH_3$- und $N_2O_5$-freier Luft ausgesetzt, welche die Oberfläche der im Kolben befindlichen Flüssigkeit bestrich. Die Bestimmung des Kohlendioxydes erfolgte nach den geschilderten Methoden. Sodann wurde das kohlendioxyd- und wasserdampffreie Gas durch einen Verbrennungsofen hindurchgetrieben. Die Einrichtung des letzteren war ganz analog jenem, der bei der elementaren Analyse verwendet wird. Das aus dem Wasserstoff gebildete Wasser wurde in Chlorcalciumröhren absorbiert. Methan wurde nicht konstatiert, seine Abwesenheit wurde in beigeschlossenen GEISSLERschen Apparaten bezw. durch Verbrennung gebildeter $CO_2$ mit Kaliumhydrat festgestellt.

Im ersten Falle war nach 14 Tagen, vom Zeitpunkte der Impfung an gerechnet das Resultat die Konstatierung von insgesamt 3131,7 *mg* $CO_2$ und 28 *mg* Wasserstoff.

Im II. Falle wurden bei der Glukose binnen 15 Tagen 4920 *mg* $CO_2$ und 30 *mg* Wasserstoff gefunden.

Von dem Wasserstoff entsteht gewiss eine viel grössere Menge als die von uns gefundenen Quantitäten. Der Wasserstoff wird grösstenteils in statu nascendi zu Wasser oxydiert.

Man stelle sich den Mechanismus der Vergärung des Mannits und der Glukose durch *Azotobacter chroococcum* folgendermassen vor:

Durch die glykolytischen Enzyme[1]) bei vollem Sauerstoffzutritt wird Mannit oder Glukose in Milchsäure, Alkohol, Essig- und Ameisensäure gespalten.

Bei dem Abbau der oben erwähnten Kohlenhydrate wird Kohlendioxyd und Wasserstoff gebildet. Die grösste Intensität der Atmung unter allen bis jetzt von uns untersuchten Bakterien konnten wir bei *Azotobacter* konstatieren. Durchnittlich atmet 1 *g* Bakterienmasse, auf Trockensubstanz berechnet, binnen 24 Stunden 1,3 *g* Kohlendioxyd aus.

---

1) Wir haben tatsächlich die glykolytischen Enzyme in der Bakterienmasse von *Bacterium Hartlebi* isoliert. Siehe „Beiträge zur Erkenntnis des Einflusses verschiedener Kohlenhydrate und organischer Säuren auf die Metamorphose des Nitrats durch Bakterien." Centralblatt für Bakteriologie 1905.

Wir können annehmen, dass die Assimilation des elementaren Stickstoffes durch *Azotobacter* mit dem Atmungsprozesse in einem gewissen Zusammenhang steht und dem gebildeten Wasserstoff, von welchem sicherlich eine grosse Menge sich bildet, eine wichtige Rolle bei der Assimilation des elementaren Stickstoffes zukommt.

Prag, Chem-physiol. Versuchsstat. der k. k. böhm. techn. Hochschule.

---

## 6. J. Wiesner: Zur Laubfallfrage.

Bemerkungen zu H. DINGLER's Abhandlung: „Versuche und Gedanken zum herbstlichen Laubfall."

Eingegangen am 23. Januar 1906.

Herr Professor H. DINGLER hat kürzlich in diesen Berichten eine im Untertitel der vorliegenden Schrift genannte Abhandlung veröffentlicht, welche mich, um missverständlichen Auffassungen vorzubeugen, nötigt, die nachfolgenden Zeilen der Öffentlichkeit zu übergeben.

Wenn mein kleiner Aufsatz sich in erster Linie zu einer mir aufgenötigten Abwehr gestaltet, so glaube ich doch auch im nachfolgenden durch den Hinweis auf einige neue Tatsachen und durch einige Bemerkungen allgemeiner Natur einen weiteren, wenn auch sehr bescheidenen Beitrag zur Klärung des Laubfallproblems zu bieten.

Wie Herr Professor DINGLER in einer früheren Schrift[1]) selbst hervorhebt, war ich der erste, welcher die Frage des Laubfalles in umfassender Weise experimentell in Angriff nahm. Es geschah dies, nachdem nicht lange vorher H. VON MOHL dieselbe Frage nach anatomischer Richtung zum ersten Male in gründlichster Weise behandelt hatte. Meine hier in Rede stehende Abhandlung erschien vor 35 Jahren.[2])

Seit dieser Zeit habe ich keine Gelegenheit verabsäumt, dieses seinem Zustandekommen nach so komplizierte Phänomen immer genauer kennen zu lernen, und namentlich gaben mir meine in den letzten 15 Jahren in allen Zonen der Erde durchgeführten photo-

---

1) H. DINGLER, Zum herbstlichen Laubfall. Forstwiss. Zentralblatt 1902, p. 195.

2) Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse. Sitzungsber. der Wiener Kais. Akad. der Wiss. Bd. 64 (1871).

metrischen Studien vielfach Anregungen, diesen Gegenstand von neuen Gesichtspunkten aus zu verfolgen. Was ich in den letzten Jahren auf den Laubfall Bezugnehmendes auffand, habe ich in diesen Berichten kurz in fünf kleinen Abhandlungen, welche aber durchwegs den Charakter vorläufiger Mitteilungen hatten, niedergelegt.[1])

Die Hauptresultate aller meiner den Laubfall betreffenden Untersuchungen, soweit dieselben mit Herrn Professor DINGLER's „Versuche und Gedanken" in Beziehung stehen, lauten folgendermassen:

1. Der Laubfall tritt ein, wenn die Blätter absterben, oder wenn die normalen Funktionen der Blätter durch kürzere oder längere Zeit sistiert sind, aber der Bestand der betreffenden Gewächse — in erster Linie deren Lichtbedürfnis — die Beseitigung des Laubes fordert.

2. Deshalb haben die krautigen Gewächse in der Regel keinen Laubfall, wohl aber die Holzgewächse. Es kann indes ausnahmsweise auch bei krautigen Gewächsen eine organische Laubablösung stattfinden, wenn allzu starke Belaubung einen Teil der Blätter (nämlich die am meisten beschatteten) an der Assimilation hindert (*Cheiranthus Cheiri*). Desgleichen gibt es ausnahmsweise Sträucher, welche keinen Laubfall haben, weil die besonderen Lichtgenussverhältnisse dieser Pflanzen den Blattfall unnötig machen (*Eupatorium adenophorum*).

3. Es muss deshalb nicht notwendigerweise das tote Blatt abgeworfen werden. Bei *Eupatorium adenophorum* bleibt das tote Blatt am lebenden Stamm lange erhalten und wird erst durch Verwesung beseitigt. Das Blatt wird aber, je nach Ursache und Bedürfnis, lebend oder tot abgeworfen. Das Absterben des Blattes an sich kann also nicht als allgemeine Ursache des Laubfalles angesehen werden.

4. So einfach sich der Laubfall, vom biologischen Standpunkte[2]) aus betrachtet, gestaltet, indem er in erster Linie zur günstigen Beleuchtung der zurückbleibenden Blätter beiträgt oder die Sprossenentwicklung aus den Knospen der entlaubten Holzgewächse durch reiche Lichtzufuhr begünstigt, so ausserordentlich verschieden und mannigfaltig sind jene äusseren Verhältnisse und inneren (erblich festgehaltenen) Zustände, welche zur Entlaubung führen. In ausführlicher Weise habe ich schon in meiner Abhandlung aus dem Jahre 1871 auseinandergesetzt, welchen überaus starken Einfluss die Herabsetzung oder die Unterdrückung der Transpiration auf das Zustandekommen des Laubfalls ausübt. Um aber weiter zu zeigen, wie

1) Bd. XXII (1905) p. 64 ff, p. 316 ff. und p. 501 ff. Bd. XXIII (1905) p. 49 ff. und p. 172 ff.

2) Genauere Ausführungen über die biologische Bedeutung der Entlaubung s. l. c. Bd XXIII (1905) p. 172 ff.

ausserordentlich verschieden die Ursachen des Laubfalls sind, habe ich später[1]) einige charakteristische Typen, wie den Sommerlaubfall, den Hitzelaubfall, den Frostlaubfall und den Treiblaubfall beschrieben, habe gezeigt, wie der Tod des Blattes, die Verletzung des Blattes oder des tragenden Stammes, wie Bodentrockenheit und rasch darauf folgende Wasserzufuhr zum Boden oder zum Laube, wie Lichtschwächung oder Verdunkelung, wie in bestimmten Fällen die ungeeignete Intensität des diffusen Lichtes (Sommerlaubfall), in dem anderen zu starke Sonnenstrahlung bei verminderter Wärmeausstrahlung und grosser Bodentrockenheit (Hitzelaubfall) usw. usw. die Entlaubung herbeiführten. —

All diesen Einflüssen gegenüber verhält sich die einzelne Pflanzenform höchst verschieden. Was für die eine Pflanze Geltung hat, muss nicht für jede andere gelten. *Robinia* entblättert sich im absolut feuchten Raum und im Finstern ausserordentlich rasch, der Lorbeer selbst nach Wochen nicht. Zahllose Holzgewächse werfen die absterbenden Blätter ab, der Strauch *Eupatorium adenophorum* nicht einmal die längst abgestorbenen. Und alle jene Gewächse, welche wir als immergrün zusammenfassen, reagieren sehr wenig oder fast nicht auf all die mannigfaltigen, zur Ablösung des Laubes führenden äusseren Einwirkungen, und erst das Treiben der Knospen führt hier zur organischen Abtrennung der Blätter. So kommt jene wichtige Erscheinung zustande, welche ich als Treiblaubfall beschrieben habe. Auch auf zahlreiche Übergänge des Laubfalls sommergrüner und wintergrüner Holzgewächse habe ich noch gewiesen. —

Und nun komme ich zu der schon im Titel dieser Schrift genannten Abhandlung des Herrn Professors DINGLER über Laubfall. Den Hauptinhalt (p. 464—472) bilden sehr genau und eingehend beschriebene vergleichende Versuche über die Belaubung und den Blattfall von Holzgewächsen, die (bezüglich jeder einzelnen Baumart) einerseits im geschneidelten oder geköpften, andererseits im normalen Zustande beobachtet wurden. Es ergab sich, dass die operierten Bäume sich später belaubten und später entlaubten als die normalen. Die Versuche bestätigten auch die mehrfach schon festgestellte Tatsache, dass die über das normale Mass hinaus gut genährten, an Sprossen geköpfter Bäume zur Entwicklung gekommenen Blätter sich durch grosse Vitalität auszeichnen. Mit Rücksicht auf die oben angedeutete ausserordentlich mannigfaltige und verschiedenartige Verursachung und Komplikation der Erscheinung des Laubfalls müssen diese Versuche des Herrn Professors DINGLER gewiss willkommen geheissen werden. Wenn dieselben auch einiges zur

---

1) Diese Berichte 1904 und 1905 (oben bereits zitiert).

Klärung des so schwierigen Laubfallproblems beizutragen geeignet erscheinen, so rechtfertigen die Resultate dieser Versuche aber doch nicht die gegen mich gerichteten Angriffe. Herr Professor DINGLER hat mit diesen Angriffen auch nicht gespart; denn abgesehen von den eigenen Versuchsergebnissen und einer sehr eingeschränkten Interpretation derselben enthält sein Aufsatz fast nur eine Polemik gegen meine den Laubfall betreffenden Untersuchungen. Welche Berechtigung diese gegen mich geführte, von mir nicht im geringsten provozierte Polemik besitzt, wird aus den folgenden Auseinandersetzungen hervorgehen.

Schon der Satz, mit welchem Herr Professor DINGLER seine Abhandlung beginnt, enthält eine Unrichtigkeit. Er sagt, ich betrachte die herabgesetzte oder unterdrückte Transpiration der Holzgewächse als Hauptgrund des „Blattsterbens". Ich aber spreche in der angezogenen Abhandlung nicht vom Absterben der Blätter, sondern vom herbstlichen Laubfall. Die Blätter aber fallen, wie ich zeigte — auch im Herbste — lebend, absterbend oder tot ab.

Im zweiten Satze wird gesagt, dass seine Versuche mit geschneidelten Pyramidenpappeln die Unrichtigkeit meiner Anschauung, dass der herbstliche Laubfall vor allem auf eine Herabsetzung der Transpiration zu stellen sei, dargetan haben. Nun habe ich mit *Populus fastigiata* nicht experimentiert, weiss also nicht, ob dieser Baum sich — um auf die obigen typischen Beispiele zu reflektieren — bezüglich des Zustandekommens des Laubfalls so wie *Robinia* oder wie *Laurus* oder — was ja von vornherein wahrscheinlich ist — intermediär verhält. Wie aus meinen oben mitgeteilten Forschungsergebnissen hervorgeht, ist wohl einzusehen, dass man aus dem Verhalten einer Baumart keinen Schluss auf die Ursachen des Laubfalls im allgemeinen machen kann. Eine Erklärung über die Ursachen des Laubfalls gibt Herr Professor DINGLER in seiner Abhandlung aus dem Jahre 1902 nicht, nur meint er (S. 203), „dass in unserer kurzen mitteleuropäischen Vegetationsperiode das Laub mancher, vielleicht der meisten unserer sommergrünen Hölzer seine physiologische Altersgrenze nicht erreicht und somit die sichtbare Periodizität, wenigstens im herbstlichen Laubfalle, nur durch gewisse äussere Verhältnisse bedingt werde". Damit hat er sich meinem Standpunkte genähert, und insofern kann wohl kein Widerspruch zwischen uns bestehen. Auf die „äusseren Verhältnisse", welche den herbstlichen Laubfall bedingen, ging er damals nicht experimentell ein.

Herr Prof. DINGLER sagt ferner, ich hätte meinen irrtümlichen Standpunkt über die Ursache des herbstlichen Laubfalls noch in meiner Biologie (1902) beibehalten. Dieser angebliche Irrtum soll l. c. S. 97 stehen. Dort ist aber von Laubfall nicht die Rede, wohl aber

S. 84—89, wo indes neben der nach meiner Ansicht sehr wichtigen Herabsetzung der Transpiration, zumal rücksichtlich der stark transpirierenden Gewächse, doch noch andere Ursachen des Laubfalles angeführt werden und ausdrücklich gesagt ist, dass sich die periodische Ablösung der Blätter nicht einfach immer auf eine und dieselbe Ursache zurückführen lasse, sondern sich als eine Anpassung an die gegebenen Vegetationsbedingungen darstelle.

Wenn ich anfänglich (1871) die Bedeutung der Herabsetzung oder Aufhebung der Transpiration bei dem Zustandekommen des Laubfalls überschätzt haben sollte, so liegt in meinen späteren Arbeiten die Korrektur. Das ist ja das Schicksal aller biologischen Forschung, dass man erst nach und nach, begünstigt durch die allgemeinen Fortschritte, zu tieferen Einsichten gelangt; bei der Kompliziertheit der Lebensvorgänge ist es ja kaum anders möglich.

Herr Professor Dingler hält meine Auffassung, dass die Herabsetzung der Transpiration in hohem Grade auf die Entlaubung der Holzgewächse, zumal beim Herbstlaubfall, einwirkt, für unrichtig, ohne indes selbst nach dieser Richtung einen Versuch zu machen und überhaupt sich darüber zu äussern, inwieweit die Herabsetzung der Transpiration, die Verringerung der Assimilation usw. auf den Laubfall einwirken, oder ob diese und andere der oben genannten Faktoren auf den Laubfall Einfluss nehmen. —

Ich will hier nur auf den so wichtigen Faktor bei der Entlaubung, auf die Herabsetzung der Transpiration, eingehen, von welchem Herr Professor Dingler zu meinen scheint, dass er auf das genannte Phänomen gar nicht einwirke.

Es gibt kein rascher zum Ziel führendes Mittel, um die Entlaubung eines Holzgewächses durch Herabsetzung der Transpiration darzulegen, als belaubte Zweige in den absolut feuchten Raum zu bringen. Je mehr der Baum durch Herabsetzung der Transpiration der Entlaubung verfällt, um so rascher entblättern sich im absolut feuchten Raume die abgeschnittenen Zweige. Ich habe über die Raschheit des Zustandekommens dieser Reaktion zahlreiche Versuche gemacht und zum grössten Teil (schon 1871) veröffentlicht, welche das schon früher angeführte Resultat ergaben, dass die Herabsetzung (oder Aufhebung) der Transpiration die Ablösung des Laubes desto mehr begünstigt, je stärker die gewohnheitsmässige Transpiration der betreffenden Gewächse ist.

Die relativ rasche Ablösung der Blätter abgeschnittener Sprosse im absolut feuchten Raum hat mich veranlasst, dieser Erscheinung auf den Grund zu kommen. Die in meiner Arbeit aus dem Jahre 1871 mitgeteilten Experimente haben mich seinerzeit befriedigt. Aber in den letzten Jahren, in welchen ich mich wieder intensiver mit dem Studium des Laubfalles beschäftigte, bin ich doch wieder auf

die Sache zurückgekommen. Ich legte mir die Frage vor, ob nicht die während der Versuche im absolut feuchten Raume sich ansammelnde Kohlensäuremenge bezw. die Verminderung des Sauerstoffes der abgeschlossenen Gasmenge den Laubfall begünstige. Ich habe diese Frage durch einen der Eleven des Pflanzenphysiologischen Institutes, Herrn Dr. J. FURLANI, im abgelaufenen Studienjahr studieren lassen. Die Resultate seiner Arbeit werden bald veröffentlicht werden. Das Hauptresultat der Untersuchungen des Herrn Dr. J. FURLANI lautet dahin, dass weder die Vermehrung der Kohlensäure, noch die Verminderung der Sauerstoffmenge, welche sich bei den Versuchen im absolut feuchten Raume einstellt, die Entlaubung begünstigt, vielmehr sowohl die vermehrte Kohlensäuremenge, als die verminderte Sauerstoffmenge, soweit dieselbe bei den Entlaubungsversuchen im absolut feuchten Raume in Erscheinung treten, die Entlaubung verzögert. Es ist wohl gewiss, dass die Entlaubung der abgeschnittenen Sprosse im absolut feuchten Raume auf die Herabsetzung bezw. Ausschliessung der Transpiration zu stellen ist. Indes habe ich ja auch zahlreiche Versuche mit ganzen Pflanzen gemacht, welche meine Schlussfolgerungen rechtfertigen, dass Herabsetzung der Transpiration den Laubfall befördert. Natürlich nicht im gleichen Masse bei allen Holzgewächsen, sondern, wie ich oben schon gesagt habe (und schon 1871 zeigte), in desto höherem Grade, je stärker das betreffende Gewächs gewohnheitsmässig transpiriert.

Im weiteren Verlaufe seiner Auseinandersetzungen sagt Herr Prof. DINGLER, dass er sich auch meinen (1904—1905) veröffentlichten Auffassungen nicht anschliessen könne und dass er auch meine neuen Erklärungen über Wesen und Zustandekommen des Laubfalles, „wenigstens für den grössten Teil unserer einheimischen sommergrünen Laubhölzer, für mehr oder weniger unrichtig" halte (S. 464). Dieser Tadel wird ausgesprochen ohne sachliche Motivierung, ja selbst ohne entsprechenden Hinweis auf meine Arbeiten. Es wird nur von „verschiedenen meiner (neueren) Publikationen" gesprochen, und nur gelegentlich eines neuen Tadels die letzte der oben angeführten fünf Abhandlungen genannt. Wenn er mir selbst zum Vorwurf macht, ich hätte seine Abhandlung aus dem Jahre 1902 nicht berücksichtigt, so muss ich erwähnen, dass ich in den fünf zuletzt genannten Arbeiten gar nicht Gelegenheit hatte, auf seine Schrift zu reflektieren, da meine Untersuchungen mit den seinen sich in keinem wesentlichen Punkte berührten.

Meine Ansichten über die biologische Bedeutung des Laubfalles habe ich oben ausgesprochen. Die ausserordentliche Begünstigung der Laubentwicklung durch direkte Bestrahlung habe ich eingehend studiert und in einer besonderen Abhandlung, die auch schon durch

mehrfache Referate bekannt gemacht wurde, geschildert[1]), übrigens für die Laubfallfrage genügend ausführlich in meiner letzten Mitteilung über diesen Gegenstand[2]) vorgebracht.

Diese meine Aufstellung versucht Herr Prof. DINGLER mit ein paar flüchtigen Worten abzutun. Die stärkere Bestrahlung der Knospen komme nach seiner Ansicht auch ohne Laubfall zustande, da „auch bei sommergrünen Bäumen die wirklich sich entwickelnden Knospen an den äussersten und letzten Jahrestrieben sitzen". Ich habe aber oft genug hervorgehoben, dass wohl bei den immergrünen Gewächsen die Laubknospen wegen ihres grossen Lichtbedürfnisses in der Peripherie der Krone liegen müssen, auch bei den sommergünen Holzgewächsen weit mehr oder weniger tief auch entfernt von der Peripherie der Krone zur Entwicklung gelangen, was aber nur infolge der Entlaubung möglich ist[3]). Schon die relativ starke Verzweigung der sommergrünen Hölzer deutet darauf hin, wie weit entfernt oft von der Peripherie der Krone bei diesen Gewächsen die Laubentwicklung stattfindet. Freilich, wie überhaupt ein Übergang von wintergrünen zu sommergrünen Gewächsen besteht, so äussert sich derselbe auch in der hier angedeuteten Anordnung der Laubknospen.

Und was stellt Herr Prof. DINGLER dieser meiner biologischen Deutung des Laubfalles entgegen? Er sagt (S. 474): „Ein biologischer Hauptvorteil des herbstlichen Laubfalles ist aber wohl schon neben den Vorteilen, die WIESNER anführt, der, die Bäume vor den Winterstürmen und vor allem vor dem verderblichen Schneedruck zu sichern. Nach meiner Ansicht ist das viel wichtiger, als die von WIESNER als am wichtigsten angesehene Bestrahlung der Knospen mit parallelem Lichte." Und weiter: „Was nützt den Knospen die Bestrahlung, wenn sie vom Boden aus kein Wasser zugeführt bekommen." Wenn ich aber an jene Bäume denke, welche häufig den Winter über ihr totes trockenes Laub behalten (Weissbuchen, Eichen usw.), das im Frühling durch das „Treiben" der Sprosse beseitigt wird, wie ich experimentell nachgewiesen habe, und wenn ich weiter bedenke, wie reich die Wasseransammlung im Boden während des Winters sich gestaltet, auch an die Wärmeverhältnisse des Bodens, welche selbst im Winter ein Weiterwachsen der Wurzeln ermöglichen, endlich die zahlreichen Tatsachen, welche rücksichtlich der Laubentwicklung meine photometrischen Untersuchungen ergaben,

1) Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. IV. Über den Einfluss des Sonnen- und des diffusen Tageslichtes auf die Laubentwicklung sommergrüner Gewächse. Berichte der Wiener Akademie der Wissenschaften, Bd. 113 (1904).

2) Die biologische Bedeutung des Laubfalles. Diese Berichte 1905, S. 172ff.

3) Siehe z. B. meine Biologie. II. Aufl., S. 89.

in Anschlag bringe, so kann ich von meiner Auffassung über die biologische Bedeutung des Laubfalles nicht abgehen. Eine sekundäre Bedeutung will ich dem durch die Entlaubung herbeigeführten Schutz der entlaubten Bäume gegen Windgefahr und Schneedruck gern einräumen. Auch ist ja Prof. DINGLER's Bemerkung ganz zutreffend, dass die herbstliche Entlaubung die Bodenerwärmung durch direkte Einwirkung der Sonnenstrahlen begünstige, wodurch die im Frühling stattfindende Belaubung, je nach Baumart und Standort, mehr oder weniger befördert wird.

---

## 7. Friedrich Hildebrand: Über eine eigentümliche Ersatzbildung an einem Keimling von Cyclamen Miliarakisii und einem anderen von Cyclamen creticum.

Mit einem Holzschnitt.

Eingegangen am 24. Januar 1906.

---

Schon in meiner Cyclamenmonographie habe ich S. 95 kurz und beiläufig angegeben, dass bei Keimlingen von *Cyclamen africanum* und *persicum* dann, wenn frühzeitig beim Keimen den Sämlingen die Spreite des Kotyledon abgebrochen wurde, sich an dem stehengebliebenen Stiele Ersatzspreiten bildeten. — Regeneration habe ich diese Erscheinung mit Absicht nicht genannt, denn im wahren Sinne des Wortes liegt keine solche vor.[1])

Im Anschluss an meine Angaben ist dann HANS WINKLER[2]) auf diesen Gegenstand, von welchem er sagt, dass er im Pflanzenreich völlig vereinzelt dastehe, näher eingegangen und hat durch zahlreiche, mit vielen Cyclamenarten angestellte Experimente, von denen er eine genauere Darstellung versprach, die Kenntnis dieser merkwürdigen Erscheinung sehr erweitert. Ferner hat auch GOEBEL[3]) betreffende Experimente mit *Cyclamen persicum* angestellt und gezeigt, dass nach Entfernung der Kotyledonarspreite hier in sehr verschiedener Weise

---

1) Vergl. NĚMEC: Studien über die Regeneration.
2) Berichte der Deutschen Bot. Ges., 1902. S. 81.
3) Biologisches Zentralblatt 1902. S. 435.

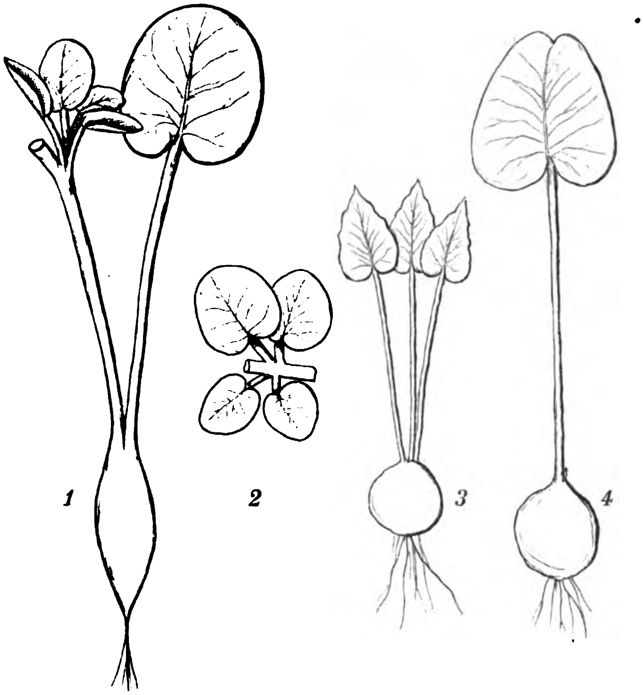
an dem Stiele des Kotyledon neue Blättchen auftreten, von welcher Erscheinung er in den Figuren 10—15 Abbildungen gibt.

Kürzlich habe ich nun an einem Keimling von *Cyclamen Miliarakisii* — man kann diese Pflanze als eine besondere Spezies oder nur als eine Varietät von *Cyclamen graecum* betrachten — dessen Kotyledonarspreite beim Keimen in der harten Samenschale stecken geblieben und bei dem Versuch, sie zu entfernen, abgebrochen war, eine Ersatzbildung beobachtet, welche die schon bekannten — etwa den von GOEBEL in Fig. 12 l. c. S. 437 abgebildeten Fall ausgenommen — bei weitem an Merkwürdigkeit übertrifft, und in dieser Weise wohl schwerlich schon beobachtet worden ist, oder sich durch absichtliches Entfernen der Kotyledonarspreite leicht wird hervorrufen lassen.

Ein Blick auf die beifolgenden, in etwa vierfacher Vergrösserung gezeichneten Figuren 1 und 2 zeigt sogleich diese eigentümliche Bildung. Es sind hier unterhalb derjenigen Stelle, wo die Spreite des Kotyledon vom Stiele desselben abgebrochen worden war, an diesem vier gestielte Blättchen hervorgetreten, an jeder Seite desselben zwei. Diese Blättchen haben vollständig die Gestalt der Spreite des auf den Kotyledon folgenden ersten Blattes, welches in der Figur 1 rechts dargestellt ist, sind aber bedeutend kleiner als diese; die Spreite des ersten Blattes hat eine Breite von 8 *mm*, während die verschieden grossen Spreiten dieser vier Blättchen nur einen Durchmesser von 2—3 *mm* zeigen, wobei die Gesamtfläche dieser vier kleinen Spreiten die der Spreite des ersten Blattes ungefähr erreicht, wie man aus der in Fig. 2 von obenher gegebenen Ansicht erkennen kann. Von diesen Blättchen ist das eine, das grösste, in der Figur 1 nach hinten liegende, vollständig regelmässig gebildet, während bei den anderen drei kleinen, die beiden von ihrem Mittelnerv rechts und links liegenden Teile nicht gleich gross sind. Diese vier kleinen Spreiten haben sich nun so gestellt, dass ihre Flächen, um möglichst viel dem Licht ausgesetzt zu sein, ziemlich horizontal liegen, und man, wenn man das Pflänzchen von obenher betrachtet, die Ansicht hat, wie sie versucht worden ist in Fig. 2 anzudeuten, wo aber die Perspektive des Kotyledonarstieles, aus welchem die vier kleinen gestielten Blättchen entspringen, schwer darzustellen war: die Stelle links, wo die ursprüngliche Kotyledonarspreite abgebrochen ist, muss höherliegend gedacht werden, als das rechts tieferliegende Ende des Kotyledonarstiels.

Sehr abweichend von allen bis dahin an Cyclamenkeimlingen beobachteten Ersatzbildungen ist hier nicht nur dieses, dass sich vier kleine Blattspreiten gebildet haben, sondern dass diese mit ziemlich langen Stielen versehen sind. Diese Ausbildung von Stielen hängt offenbar damit zusammen, dass sich hier die vier kleinen Blattspreiten

dicht nebeneinander an dem Kotyledonarstiel gebildet haben. Wenn diese Spreiten ungestielt wären, so würden dieselben sich untereinander zum Teil decken, und in dieser Weise würden die ohnehin sehr kleinen Blättchen noch weniger Fläche dem Licht aussetzen, was hier nun durch die Stiele vermieden ist. Dieses Verhältnis ist nun namentlich insofern von Wichtigkeit, als es auffallend zeigt, wie durch Wechselbeziehungen die Pflanzenorgane sich so oder so




ausbilden und zwar in einer Weise, dass diese Bildungen den Pflanzen von möglichst grossem Nutzen sind.

Einen Fall von Ersatzbildung ganz anderer Natur zeigte mir in diesem Winter eine Keimpflanze von *Cyclamen creticum*, einer Art, welche ich durch Herrn Professor MILIARAKIS erhielt, und der ich, da sie auf Creta wächst, den Namen hiernach gegeben habe.[1])

An diesem in Fig. 3 vergrössert dargestellten Keimling, welcher zwischen den anderen, im vorigen Herbst zugleich mit ihm aufgegangenen wuchs, fanden sich nämlich, dem Zentrum des Knöllchens aufsitzend, drei langgestielte Blättchen, welche mich auf den Gedanken brachten, dass auch hier ein Fall von Ersatzbildung am

---

1) Beihefte zum Bot. Centralblatt 1906. Abt. II. S. 367.

Kotyledonarstiel vorliege. Dies bestätige sich aber nicht bei näherer Untersuchung.

Die drei Blättchen hatten in ihren verkehrt herzförmigen Spreiten etwa nur den dritten Teil der Grösse der Kotyledonarspreite von *Cyclamen creticum.* Fig. 4. Ihr Stiel war ungefähr nur halb so lang wie dort, und die Spreite hatte nur eine Breite von 4 *mm* bei 3,6 *mm* Länge. Am Rande waren diese Spreiten schon mit schwachen Vorsprüngen versehen, wie solche stärker an den Blattspreiten der erwachsenen Pflanzen auftreten, und an der Spitze zeigten sie nicht, wie dies die Kotyledonarspreite, Fig. 4, tut, eine schwache Einkerbung, sondern vielmehr eine kleine Stachelspitze. Während die Oberseite des Kotyledons bei *Cyclamen creticum* gleichmässig dunkelgrün ist, war sie bei diesen Blättchen auf dunkelgrünem Grunde mit schwacher Silbermarmorierung — in der Fig. 3 nicht dargestellt — versehen, welche bei den Blättern der erwachsenen Pflanze mehr oder weniger stark ausgeprägt ist. Kurz, diese Blättchen zeigten sich wie Übergangsstufen zu den späteren Laubblättern, und waren es auch wirklich, wie die nähere Untersuchung des Pflänzchens ergab.

Bei dieser zeigte sich nämlich, dass der Kotyledonarstiel fast bis zu seinem Grunde abgebrochen war, und dass sich nun an der Achse des Pflänzchens dicht hinter dem Kotyledon, fast gleichzeitig und im Wirtel stehend, drei Blätter gebildet hatten, welche nun natürlich nicht die Form und Farbe der Kotyledonarspreite haben konnten, sondern in diesen Spreiten zu denen der erwachsenen Pflanze überleiteten. Bekanntlich bildet sich bei Cyclamenkeimlingen, wenn der Kotyledonarstiel bis zu seinem Grund entfernt worden ist, als Ersatz für den Kotyledon sogleich das erste Laubblatt der Pflanze aus, welchem dann aber erst nach langer Zeit, bei einigen Arten erst in der nächsten Vegetationsperiode, das zweite folgt.

Besonders interessant war es, dass die besprochenen drei Blättchen, wie schon erwähnt, gleichzeitig und auf gleicher Höhe aus dem Gipfel des Knöllchens hervorgetreten waren, und nicht in langen Zwischenräumen, wie dies wohl sonst bei anderen Cyclamenarten der Fall ist, mag ihnen die Kotyledonarspreite genommen sein oder nicht. Hierdurch hatte das Pflänzchen alsbald einen Ersatz für die verlorene Spreite des Kotyledon erhalten, aber auf einem ganz anderen Wege, als dies im Obigen mit dem von *Cyclamen Miliarakisii* beschrieben wurde.

Interessant ist dieser Fall deswegen, weil er, mit dem von *Cyclamen Miliarakisii* zusammengehalten, zeigt, wie bei Verlust einer Kotyledonarspreite dieser Verlust in sehr verschiedener Weise ersetzt wurde: bei *Cyclamen Miliarakisii* durch Bildung von vier neuen Kotyledonarspreiten am Kotyledonarstiel, hier, bei *Cyclamen creticum*, durch fast gleichzeitige Bildung von drei kleinen Laubblättern an

der Achse des Pflänzchens. In beiden Fällen erreichten die vier resp. drei neugebildeten Blattspreiten ungefähr den Flächeninhalt der verlorenen einzelnen Kotyledonarspreite und schufen in dieser Weise einen Ersatz für diesen Verlust, indem sie an deren Stelle zur Assimilation dienten.

Schliesslich will ich noch bemerken, dass ich bei meinen mehrfachen Kulturen der verschiedensten Cyclamenarten manchmal beobachtet habe, dass die Keimlinge scheinbar zwei Kotyledonen hatten. Aller Wahrscheinlichkeit nach waren aber diese Fälle dadurch hervorgebracht, dass nach Verletzung des Kotyledonarstiels sich nun zwei erste Laubblätter — ähnlich wie bei dem beschriebenen Keimling von *Cyclamen creticum* deren drei — ausgebildet hatten. Da ich der Sache keinen besonders grossen Wert beilegte, habe ich aber den wahren Tatbestand nicht festgestellt.

---

## 8. P. Sorauer: Die mechanischen Wirkungen des Frostes.

Mit Tafel II.

Eingegangen am 24. Januar 1906.

In Fig. 1 ist der Querschnitt eines noch sehr jungen Eichenzweiges dargestellt, der am 19./20. Mai 1904 durch Spätfrost beschädigt wurde, aber nachträglich sich weiterentwickelt hatte und Mitte Juni zur Untersuchung abgeschnitten worden war.

Man erkennt einen unregelmässig fünfseitigen Markkörper (*m*), umgeben von einem noch schmalen, einseitig stärker ausgebildeten Holzringe (*h*). Dieser Holzring schliesst aber nach aussen hin nicht mit einer regelmässig gebauten Cambialzone ab, sondern geht plötzlich in ein lockeres, weitzelliges Parenchymholz über (*ph*), das nach der Rinde hin derbwandigere, dem normalen Prosenchym sich nähernde Elemente aufweist. Dass dieser Gürtel von Lockerungsgewebe wirklich zum Holze gehört, beweisen die in demselben zerstreuten kurzen Gefässzellen (*g'*), die im Bau ihrer Verdickungsschichten denen der normalen Gefässe ähnlich sehen oder gleichen.

Der Befund zeigt, dass nach der Frostwirkung die Cambialzone an Stelle des normalen Holzes ein dünnwandiges, grosszelliges, äusserst lockeres Holz aufgebaut hat, das erst nach mehreren Wochen allmählich zum normalen Holzbau zurückzukehren beginnt. Dieses

Lockerungsgewebe ist bereits mehrfach beschrieben worden und bedarf daher keiner ausführlichen Darstellung.[1]) Die Erscheinung berührt auch das Gebiet der „falschen Jahresringe“ und Doppelringe, über welche ebenfalls eingehende Arbeiten vorliegen[2]), und findet eine Ergänzung in meinen Beobachtungen über Fächerung des Jahresringes bei den Krebsgeschwülsten.[3]) Genau dieselben Vorkommnisse, die hier bei dem Holz der Eiche vorgeführt werden, behandelt die neueste Studie von PETERSEN bei der Buche.[4])

Im vorliegenden Querschnitt erscheint der Bastring (*b*) wenig irritiert; nur der Inhalt der jugendlichen Bastzellen erweist sich häufig gebräunt, entsprechend der Ausfüllung einzelner Gefässe des Holzringes mit rotgelber, gummiähnlicher Substanz. Das Rindenparenchym besitzt einzelne gebräunte Zellgruppen. Die Aussenschicht der Rinde zeigt keine besonderen Verfärbungserscheinungen, wohl aber ist dies bei der Markkrone der Fall, die gänzlich gebräunt erscheint. Diese Bräunung lässt in dem Masse nach, als die Schnitte sich der härteren, gesunderen Zweigbasis nähern. Ebenso lassen die Verschiebungen der Cambiumzone (*c*), die auf der stark gelockerten Zweigseite äusserst gross sind, allmählich nach.

Bei den zahlreichen Gewebezerklüftungen macht sich ein Unterschied in der Richtung der entstandenen Lücken bemerkbar. Innerhalb des Markkörpers ist die grösste Ausdehnung der Lücken in der Richtung des Radius zu finden, und man erkennt, dass dies mit der eigenartigen strahligen Ausbildung des Markes zusammenhängt. Dasselbe zeigt sich fünfeckig ausgebuchtet, und diese Ausbuchtungen kommen dadurch zustande, dass die den Holzring zusammensetzenden Gefässbündel bald mehr, bald minder nach aussen treten. Es sind dies die Bündel, welche in die nächst höheren Blätter übergehen; dieselben sind, wie bei allen Zweigen, schon um so weiter nach der Rinde vorgeschoben, je näher das Blatt liegt, zu dem sie gehören.

In der Zeichnung erweist sich der nach oben gerichtete Teil des Holzringes am weitesten ausgebuchtet, weil hier das nächste

---

1) R. HARTIG, Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten. III. Aufl. 1900. S. 214, 220. — R. HARTIG, Innere Frostspalten. Forstl. naturwissenschaftl. Zeitschr. 1896, S. 483.

2) L. KNY, Über die Verdoppelung des Jahresringes. Sep. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. 1879. — RATZEBURG, Waldverderbnis I. S. 160, 234. II. 154, 190. — HARTIG, R., Doppelringe als Folge von Spätfrösten. Forstl. naturwiss. Zeitschr. 1895. S. 1—8. — KÜSTER, E., Patholog. Pflanzenanatomie. Jena. 1903. S. 25 u. A. Hier auch die betreffende Literatur.

3) SORAUER, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten. II. Aufl. 1. Th. S. 399, Taf. IV.

4) PETERSEN, O. G., Natterfrostens virkning paa Bøgens ved. Sep. Det forstlige Forsøgsvaesen. I. 1904.

Blatt liegt, und die Markscheibe geht bereits in einer breiten Brücke (*mb*) nach aussen. Von da ab schwächen sich von rechts nach links, der Blattstellung gemäss, die Ausbuchtungen ab, und die Fächerung des Holzringes erfolgt schliesslich nur noch durch gewöhnliche Markstrahlen.

Die hier meist durch Zerreissung des Gewebes entstandenen Lücken entsprechen nun in ihrer Weite und Grösse den Markausbuchtungen: je breiter dieselben sind, desto stärker wird die radiale Zerklüftung. Im Gegensatz hierzu finden sich die Lücken (*l*) in der Rinde tangential gestreckt. Sie entstehen teils durch Abheben der collenchymatischen Schichten von dem chlorophyllreichen Rindenparenchym, teilweise aber auch durch Zerreissung einzelner Parenchymzellen. Bemerkenswert ist, dass sowohl die Lückenbildung in der Rinde als auch die Entwicklung des Lockerungsgewebes (*ph* und *lg*) mit seinen zickzackartigen, braunen Streifen verquollener Membranen (*z*) auf derjenigen Zweigseite, welche die für die nächstliegenden Blätter bestimmten Gefässbündel enthält, stärker sind, als auf der Gegenseite. Nunmehr erklärt sich auch der Umstand, dass man bei der Untersuchung frostbeschädigter Zweige eine Seite in der Regel stärker verletzt findet, als die entgegengesetzte. Der nächstliegende Schluss, dass der Frost einseitig stärker gewesen, ist nicht immer zutreffend. Denn, wenn man eine Anzahl übereinanderstehender Internodien untersucht, wird man sich überzeugen, dass bald die eine, bald die andere Seite desselben Zweiges stärkere Frostbeschädigungen aufweist, je nach der Stellung der Knospe, der zunächst der Schnitt ausgeführt worden ist.

Die in der Zeichnung zur Darstellung gebrachten Zerklüftungs- und Heilungsvorgänge sind, wie erwähnt, mit Ausnahme der Zickzacklinien aus gequollenen Membranen bereits von anderen Beobachtern als Folgen von Frostwirkungen beschrieben worden. Indes stützte sich diese Ansicht eben nur auf die Tatsache, dass nach Frühjahrsfrösten an den beschädigten Zweigen diese Gewebeveränderungen aufgetreten sind. Daher erschien bisher der Einwurf berechtigt, dass möglicherweise auch andere Faktoren mitgewirkt haben können. In Rücksicht auf die Frage, ob wir berechtigt sind, aus einem solchen im Freien uns entgegentretenden Befunde auf Frostbeschädigung bestimmt schliessen zu dürfen, erschien es daher geboten, experimentell die geschilderten Merkmale hervorzurufen. Diese Versuche sind nun seit einigen Jahren ausgeführt worden. Die Methode war dieselbe wie sie bei dem Erfrieren des Getreides (Landwirtschaftl. Jahrbücher 1903, Heft I) zur Anwendung gelangt war. Ein weiter Zylinder mit doppeltem Mantel, der die Kältemischung aufnahm, und entsprechend angebrachten Thermometern wurde über niedrige Pflanzen gestülpt oder bei grösseren

Bäumen an einem Galgen über einzelnen Zweigen in bestimmter Höhe erhalten.

Die Ergebnisse der einzelnen Versuche werden in einer späteren Arbeit ausführlicher mitgeteilt werden. Hier sei nur hervorgehoben, dass es tatsächlich gelungen ist, sämtliche oben beschriebenen Merkmale durch künstliche Frostwirkung zu erzeugen. Auch die Ausbildung des Lockerungsringes konnte in ihren Anfängen beobachtet werden, wobei zunächst die Markstrahlen und später das übrige cambiale Gewebe sich beteiligten. Derartige Reproduktionserscheinungen waren nur dann wahrzunehmen, wenn schwache Frostgrade auf eine ganz jugendliche, noch krautartig weiche Achse einwirkten. Sobald der Zweig älter und der Holzring fester wurde, traten die Zerklüftungserscheinungen und Neubildungen von Geweben zurück, und nur die vielfachen Braunfärbungen des Zellinhalts und der Membranen deuteten die Frostwirkungen im Rinden- und Markkörper an.

Dagegen wurde nur an ausgewachsenen Organen und zwar an Blättern eine bisher unbekannt gebliebene Erscheinung beobachtet, nämlich ein Schülferigwerden der Cuticulardecke durch mannigfaltige Risse. Dieser Umstand dürfte eine grössere Aufmerksamkeit beanspruchen, da sich vielleicht durch ihn das bekannte Vorkommnis des verschiedenen Verhaltens einzelner Sorten derselben Pflanzenspezies bestimmten Parasiten gegenüber erklären liesse. Ich erinnere an die Erfahrung, dass bei Veredlung mehrerer Sorten auf denselben Mutterstamm einzelne Äste, die von bestimmten Sorten gebildet werden, mit *Fusicladium* befallen sich erweisen, während andere Sorten derselben Baumkrone frei vom Pilze bleiben.

Von den in den letzten Jahren ausgeführten Versuchen sei nur einer hier angeführt. In Fig. 2 ist die Mittelrippe eines Lindenblattes dargestellt, welches dadurch gelitten hatte, dass man am 10. Mai 1904 eine im Kalthause überwinterte, mit weichen, frischen Trieben versehene Topflinde mit einzelnen Zweigen in den Schneemantel eindrückte, der sich auf dem Gefrierzylinder gebildet hatte. *O* bedeutet die Blattoberseite, *U* die Unterseite, *s* Schleimzellen, *h* jüngstes Holz, *b* Bastzellen, *e* Epidermis, *o* Oxalatkristalle, *l*, *l'* und *l''* Lücken im Gewebe durch Frostwirkung entstanden; bei *l'* hat sich das collenchymatische Deckgewebe der Rippenoberseite vom Parenchym, bei *l''* das dem Markkörper entsprechende Parenchym vom Holzkörper der Gefässbündel abgehoben; bei *l* ist das Collenchym mit einer anhaftenden Parenchymlage vom übrigen Rindenparenchym abgetrennt.

Im Gefrierraum selbst waren - 8° C.; die äussere Lufttemperatur betrug + 11° C. Die Thermometerkugel, welche neben der Spitze des jungen Lindentriebes in den Schneemantel des Gefrierzylinders

eingedrückt worden war, zeigte während der ganzen Versuchsdauer nicht unter +1° C.

Die Berührungszeit dauerte zwei Stunden, und man sah bei der Entfernung der Zweigchen vom Gefrierzylinder keinerlei Veränderungen an denselben. Ein Glasigwerden oder Erschlaffen der Blätter wurde zunächst nicht beobachtet; aber 12 Stunden später liessen einzelne der älteren Blätter oberseits einen matten, rauchgrauen Anflug erkennen, ohne dass anscheinend die Turgeszenz gelitten hatte. Andere, etwas jüngere Blätter waren stellenweise am Rande oder einem grösseren Teil der Blattfläche schwarzbraun verfärbt, weich und schlaff. Hier erwies sich der Zellinhalt zu oftmals frei im Zentrum der Zelle belegenen, klumpig geballten, leuchtend braun gefärbten, gleichartigen Massen zusammengezogen. Die Zellwandungen waren hell. Dort, wo das erschlaffte Gewebe in das grüne, turgeszente überging, zeigte sich nur die Blattoberseite leicht rauchgrau und mit fast metallischem Anfluge. Letzterer kam dadurch zustande, dass der Inhalt der Epidermiszellen gebräunt und geballt war, das darunter liegende, stark turgeszente Mesophyll mit seinem normal frisch grünen Inhalt aber durch die Epidermis hindurchschimmerte und dieselbe bedeutend spannte. Ein ähnlicher Metallglanz der Blätter tritt bei gewissen Vergiftungserscheinungen durch Gasexhalation (Teer- und Asphaltdämpfe) auf.

Im anscheinend ganz gesund gebliebenen Mesophyllteile des Lindenblattes waren bei genauerer Durchsicht auch Schädigungsspuren erkennbar. In einzelnen Zellgruppen war der Inhalt zu blaugrünen, tropfigen Massen zusammengezogen, wie man sie im Winter bei vielen winterharten Blättern (z. B. *Rhododendron*) findet. In den feinen Nervenendigungen fanden sich gebräunte Spiralgefässe.

Die mechanischen Wirkungen des Frostes (s. Fig. 2) machten sich teils in den Gefässbündeln selbst, teils aber, und zwar hauptsächlich in deren nächster Umgebung bemerkbar. An allen irgendwie verfärbten Stellen — auch da, wo nur der Inhalt der Epidermiszellen gebräunt war — hatte sich unterseits die Epidermis zu beiden Seiten einer jeden stärkeren Rippe abgehoben, so dass jedes Gefässbündel von zwei Höhlungen der Länge nach begleitet erschien. Bei dem Abheben der Epidermis war keinerlei Zerreissung der Membranen bemerkbar, sondern nur ein Auseinanderweichen der Zellen. Diese Vorgänge sind bereits in einer früheren Arbeit[1]) beschrieben und neuerdings von SOLEREDER[2]) bestätigt worden.

---

1) SORAUER, Frostblasen an Blättern. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 1902, S. 44, mit Abbildungen.

2) SOLEREDER, Über Frostblasen und Frostflecken an Blättern. Zentralblatt für Bakteriologie usw. II. Bd. XII. 1904. Nr. 6/8.

In Rücksicht darauf, dass diese Abhebungerscheinungen in den erwähnten Arbeiten bereits besprochen und abgebildet worden sind, ist in Fig. 2 hier eine Anzahl anderer Gewebezerklüftungen vorgeführt worden. Bei *l* ist eine Lückenbildung dadurch entstanden, dass sich der collenchymatische Aussenrand der Blattmittelrippe auf der Unterseite vom Rindenparenchym abgehoben hat. Bei *l'* hat sich die collenchymatische Decklage der Rippenoberseite vom darunterliegenden chlorophylllosen Parenchym getrennt und bei *l''* ist die Parenchymscheibe vom Holzkörper der Gefässbündel abgesprengt worden.

Überblicken wir die hier von der Linde und Eiche dargestellten und betreffs der Frostblasen zitierten Erscheinungen von Gewebezerklüftungen, erkennt man ein bestimmtes Prinzip. Wir bemerken nämlich, dass in der Mehrzahl der Fälle die Lückenbildung an den Grenzzonen zustande kommt, wo weiche, parenchymatische Gewebe neben derben prosenchymatischen oder collenchymatischen Gruppen liegen. Bei den Blättern offenbart sich dasselbe Prinzip durch das Abheben der meist durch verdickte Aussenwandungen derberen Epidermis von dem Mesophyllkörper.

Dieser Umstand, dass die Lückenbildung sich meist dort einstellt, wo dünnwandiges Gewebe an dickwandiges grenzt, erlangt nun dadurch eine Bedeutung, dass durch die hier nur in einzelnen Beispielen vorgeführten Versuche diese Form der Frostzerklüftung als allgemeine Regel festgestellt werden konnte.

Man kann also jetzt mit Bestimmtheit sagen, dass der Frost in seinen mechanischen Wirkungen überall gleichartig zum Ausdruck gelangt, indem er vorzugsweise dort die Gewebe auseinanderweichen lässt, wo derb- und dünnwandige Formen einander beeinflussen. Diese Beeinflussung wird in erster Linie bei der durch die Kälte erfolgenden Zusammenziehung der Gewebe sich geltend machen. Es wird ein parenchymatisches, wasserreiches Gewebe eine stärkere Zusammenziehung erfahren, als ein derber Holzkörper oder inhaltsarme Collenchymlagen. Wenn wir diese Schlussfolgerung bei einem Achsenkörper zur Anwendung bringen, so würden wir unter der Voraussetzung einer gleichzeitig auf alle Gewebeformen gleich stark wirkenden Kälte erwarten dürfen, dass der Rindenkörper in seiner Gesamtheit sich stärker zusammenzieht, als der Holzzylinder. Tatsächlich wird diese Differenz aber verstärkt, weil, wenn die Kälte auf eine Achse wirkt, sie langsam von aussen nach innen fortschreitet, also für längere Zeit die Rinde schon erkältet ist, während der Holzzylinder noch seine frühere Wärme und Ausdehnung besitzt.

Die Differenz, welche hier zwischen Holzzylinder und Rindenmantel hervorgehoben worden ist, muss notwendigerweise auch in den einzelnen konzentrischen Lagen derselben Gewebeform obwalten,

d. h. in dem Rindenkörper, z. B. werden die äusseren Lagen zuerst abgekühlt werden und sich zusammenziehen, während die jüngeren, inneren noch in ihrer bisherigen Ausdehnung verbleiben.

Somit können wir jede Achse als ein System betrachten, das aus konzentrischen Ringen besteht, von denen die äusseren während der Frostwirkung bis zu einem bestimmten Grenzpunkte eine stärkere Zusammenziehung erleiden, als die nächst inneren.

Die Zusammenziehung erfolgt nun zwar sowohl radial als tangential, aber die tangentiale überwiegt bedeutend. Letztere wirkt, wenn man sich den bei Kälte schrumpfenden Rindengürtel in seiner Gesamtheit vorstellt, sowohl als Zug innerhalb der Rinde selbst als auch nach dem Parallelogramm der Kräfte als ein bestimmter Druck der Gesamtrinde auf das Cambium. Dieser Druck wird sich je nach der individuellen Beschaffenheit der Achse zurzeit der Frostwirkung und je nach der Intensität derselben so steigern können, dass er in Zusammenpressungen einzelner cambialer Zellen oder Zelllagen zum Ausdruck kommt. Tatsächlich konnte ich derartige Erscheinungen nachweisen. Bei Blättern wird eine Verstärkung des Epidermisdruckes infolge gesteigerter Spannung zu Querfaltung der Wandungen des Palisadenparenchyms führen können, wie solche von NOACK[1]) und GRÜSS[2]) beobachtet worden sind.

Wenn aber der tangentiale Zug ein gewisses Maximum übersteigt, wird an der Stelle des geringsten Widerstandes die Rinde über dem Holzzylinder gesprengt werden, oder es reissen auch noch die Holzringe entzwei, so dass ein Stamm einen tiefen klaffenden Längsspalt erhält. Diese Zusammenziehung ist von SACHS und CASPARY gemessen worden. Ihre Folgen kommen bei dem von der Natur im grossen ausgeführten Experiment der Frostspaltenbildung zum Ausdruck. Es ist bekannt, dass bestimmte Baumarten, namentlich Rosskastanien und Eichen in sehr kalten Wintern mit bedeutendem Knall der Länge nach aufklüften. Diese Frostspalten schliessen sich bei Tauwetter wieder und zwar derartig eng, dass ein während des Frostes in den Spalt gesteckter Stab nur mit grossem Kraftaufwand später herausgezogen werden kann (GÖPPERT'scher Versuch). Durch den festen Schluss der Frostspalten bei Eintritt der wärmeren Witterung wird der Heilungsvorgang derart beeinflusst, dass die Überwallungsränder sich nicht flach über die Wundfläche legen, sondern steil gegeneinander über die Spaltlinie emporwachsen und die sogenannten „Frostleisten“ bilden: eines der besten diagnostischen

1) NOACK, F., Zeitschr. für Pflanzenkrankh. 1905, S. 29.
2) GRÜSS, PRINGSHEIM's Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik, Bd. XXIII, Heft 4.

Merkmale zur nachträglichen Feststellung von schweren Frostbeschädigungen in einer Gegend.

Die Spannungsdifferenzen, welche bei den bekannten Frostspalten in so extremer Form zum Ausdruck gelangen, müssen natürlich bei allen Frostwirkungen zur Geltung kommen, wenn wir sie auch nicht stets in äusserlich kenntlichen Zerklüftungen finden werden. Es kann vorkommen, dass bei gewissen Bäumen der Rindenkörper so dehnbar ist, dass er bei dem tangentialen Zuge nicht zerreisst, aber trotzdem der Holzkörper darunter zerklüftet. Diese Fälle sind zuerst von Hartig 1896 genauer beschrieben und als „innere Frostspalten“ bezeichnet worden. Dabei zieht der Autor den Umstand in Betracht, dass infolge einer sich geltend machenden Rindenlockerung Parenchymholz gebildet werde. Es sind dies die Vorkommnisse, welche hier in Fig. 1 bei dem Eichenquerschnitt zur Anschauung gebracht worden sind.

Wenn wir diese Idee verfolgen und uns fragen, wie eine solche Rindenlockerung wohl zustande kommen könnte, werden wir uns erinnern müssen, dass die Gewebe wohl dehnbar, aber nicht vollkommen elastisch sind. Je nach ihrem spezifischen Charakter werden sie, wenn die mechanische Zerrung durch die Frostwirkung aufgehört hat, mehr oder weniger länger geworden sein, als sie vorher gewesen. Am leichtesten wird eine solche Überverlängerung im weichen Rindenkörper zum Ausdruck kommen und zwar müssten im Prinzip selbst die einzelnen annähernd konzentrisch gelagerten Zellreihen des Rindenkörpers zu einander in verschiedener Überverlängerung sich verhalten. Die peripherischen Rindenlagen sind durchschnittlich aus tangential länger gestreckten Zellen aufgebaut als die jüngeren Lagen der Innenrinde. Bei ihnen könnte also eine so starke Überverlängerung eintreten, dass sie auf dem darunterliegenden, mehr isodiametrischen Parenchym nicht mehr vollkommen Platz haben, und dann müssten sie sich stellenweis nach aussen abheben. Es entständen auf diese Weise tangentiale Rindenspalten, wobei die Zellen nicht zerreissen, sondern nur voneinander weichen.

In dieser Weise fände die Lückenbildung nach Frostwirkung, wie sie im Experiment erzielt worden ist, ihre einfache Erklärung.

Wenn unsere Anschauung über die Entstehung tangentialer Lücken durch Spannungsdifferenzen richtig ist, dann müssten selbstverständlich auch andere Ursachen, welche solche Differenzen einleiten, zu Abhebungen innerhalb des Rindenkörpers führen. Dies ist nun auch wirklich der Fall. Bei sehr üppig wachsenden Zweigen (Kirsche, Apfel) findet man bisweilen eine so grosse Wachstumssteigerung der peripherischen Rindenlagen, dass diese stellenweis vom inneren Rindenparenchym sich abheben. Das letztere antwortet

in solchen Fällen auf die Befreiung vom Druck der überliegenden Schichten dadurch, dass die Zellen schlauchartig in die entstandene Lücke hineinwachsen und eine gerüstartige Lockerung in der Rinde hervorrufen.

Bei jeder Frostwirkung sind also zwei mechanische Vorgänge mit Notwendigkeit als wirksam stets anzuerkennen: die Zusammenziehung der Gewebe nebst den durch die Verschiedenartigkeit ihres Aufbaues entstehenden Spannungsdifferenzen und zweitens die folgende Überverlängerung bestimmter Gewebeformen, wie namentlich des Parenchyms und Collenchyms. Bei geringerer Intensität der Kälte oder vorgeschrittenem Alter und dadurch bedingtem festeren Gefüge eines Zweiges werden diese mechanisch wirksamen Faktoren nicht zum sichtbaren Ausdruck kommen, aber bei jugendlichen, noch krautartig weichen Achsen sehen wir die verschiedenartigen, in den Zeichnungen dargestellten Zerklüftungen ausnahmslos sich einstellen.

Die Gewebesprengungen durch Frost müssen, wenn sie auf Verschiedenartigkeit der Zusammenziehung der einzelnen Gewebeformen und ihre gegenseitige Beeinflussung zurückzuführen sind, eine grosse Ähnlichkeit mit den durch Trockenheit veranlassten Störungen haben. Dies ist nun auch der Fall. Erinnert sei an die Zerklüftung des Markkörpers, die bisweilen zu einer Fächerung des Markparenchyms führt; namentlich aber weist die radiale Zerklüftung des Holzkörpers innerhalb der Markstrahlen sehr deutlich auf das Reissen einer Holzscheibe beim Austrocknen hin.

Ausser den Zerklüftungen im Marke und Holzkörper erklären die Spannungsdifferenzen auch die Vorkommnisse von Abhebungen oder Zerreissungen im Rindenkörper, die nicht nur bei holzigen Achsen, sondern auch bei krautartigen Stengeln eine auffällige Ähnlichkeit in den verschiedenen Pflanzengattungen erkennen lassen. Im Rindenkörper von Zweigen zeigt sich mehrfach eine besondere Empfindlichkeit in der Umgebung der Hartbaststränge, ohne dass diese selbst erkennbar irritiert werden. Manchmal allerdings sind dieselben erkrankt, namentlich, wenn das darüberliegende Auge frostbeschädigt ist. Der Zweig kapselt dann die erkrankten Organe durch einen Korkmantel ein, ohne dass es zu Zerklüftungen kommt. In anderen Fällen aber finden sich Lücken an der Aussenseite der Hartbaststränge; es ist dann ein Teil der die Kalkoxalatkrystalle führenden Zellreihen mit ihren zarten Wandungen zerrissen.

Die meisten Lücken entstehen durch die Spannungsdifferenzen zwischen dem Rindenparenchym und den äusseren Collenchymlagen, wobei das glatte Auseinanderweichen der Zellen ohne jegliche Zerreissungserscheinung die Regel bildet.

Die gleichen Vorgänge lassen sich in den Blattstielen und stärkeren Blattnerven auffinden. Durch die Frostwirkung hebt sich besonders oft die obere collenchymatische Decklage vom darunterliegenden Parenchym ab. An der Unterseite macht sich die Spannungsdifferenz in erster Linie an der Rippenböschung geltend. Die Rippen ragen über die Ebene der Blattfläche unterseits wie Höhenzüge hervor, und an deren Abdachung wird jede Spannung, bei der die Blattfläche in ihrer Gesamtheit mehr nach oben gekrümmt wird, am stärksten sich geltend machen. Deshalb sehen wir auch bei ganz normalen Blättern mit starkem hyponastischen Wachstum gerade in der Nähe der Rippen unterseits die grösste Lockerung des Schwammparenchyms. Wenn intensive Frostwirkung die Blattränder nach oben hebt, kann die Spannung an den Rippenböschungen sich derart steigern, dass dort die Epidermis nicht nur gezerrt wird, sondern sogar zerreisst, wie bei den Frostblasen von mir beschrieben worden ist[1]).

Bei den krautartigen Stengeln, die scheinbar ganz unregelmässig zerklüften, lässt sich doch, namentlich in den Grenzregionen zwischen erfrorenen und gesund gebliebenen Geweben, eine Gesetzmässigkeit erkennen. Die meisten Zerklüftungen im Rindenkörper entstehen durch Ablösung der Collenchymlagen vom zarteren Rindenparenchym. Im Achsenkörper platzt vorzugsweise das Parenchym der Markscheibe vom Holzteil der einzelnen Gefässbündel ab, indem die Markscheibe sich stark zusammenzieht, ohne dass die Gefässbündel folgen können.

---

Bei der vorliegenden Darstellung habe ich versucht, das Zustandekommen der Zerklüftungen nach Frostwirkung auf Spannungsdifferenzen zwischen den verschieden gebauten und gelagerten Gewebeformen zurückzuführen. Aus den eingehenden Studien von SACHS, PRILLIEUX, MÜLLER-THURGAU, MOLISCH und anderen Forschern, deren Beobachtungen wir bei PFEFFER[2]) zusammengestellt finden, ergibt sich der Schluss, dass man die Zerklüftungen durch die Bildung von Eismassen entstanden glaubt, welche aus dem Gewebe in die Intercellularräume ausgeschieden werden. In neuester Zeit hat NOACK[3]) direkt beobachtet, dass unter sich abhebenden Stellen der Oberhaut Eisdrusen entstanden.

An der Richtigkeit der Beobachtungen ist nicht zu zweifeln;

1) Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, 1902, S. 44.

2) PFEFFER, Pflanzenphysiologie, II. Aufl. 2. Bd. 1904, S. 306 ff.

3) NOACK, FR., Über Frostblasen und ihre Entstehung. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 1905, S 29.

auch ich konnte mehrfach grössere Eisansammlungen in gefrorenen krautigen Organen wahrnehmen. Aber andererseits fand ich auch vielfach starr gefrorene Pflanzenteile ohne Ausscheidung grosser, geschlossener Eismassen und doch mit nachträglich sich zeigenden Lücken. Auch ist es unschwer, sich zu überzeugen, dass bei winterharten Pflanzen, die starr gefroren sind, man die Gewebelücken nicht in der vom Froste am leichtesten durchdringbaren Blattfläche findet, sondern in den Blattstielen und an den Blattrippen.

Epheu und Rhododendron z. B. zeigen häufig vollständig unzerklüftete Intercostalfelder, während an den Blattrippen, im Blattstiel und an jungen Zweigen Abhebungen der Collenchymlagen und Zerklüftungen in der Stengelrinde sowie Lücken im Markkörper vorhanden sind. Die Zellen sind meist nur auseinander gewichen und wölben sich unversehrt in den Hohlraum vor. Dasselbe Vorkommnis lässt sich bei sehr saftreichen Blättern, wie von Grünkohl und Spinat, beobachten.

Man sollte meinen, dass gerade das Mesophyll der Blattfläche am meisten geneigt wäre, bei der Ausscheidung von Wasser in die Intercellularen grössere Eisdrusen zu bilden. Dass die Blattfläche in erster Linie irritiert wird, zeigen Versuche mit dem Erfrieren zarter Pflanzen bei Temperaturen über Null, wo man als erstes Merkmal das Glasigwerden einzelner Stellen der Blattfläche feststellen kann.

Schliesslich muss auch auf die Verteilung der Lücken im Achsenkörper besonders aufmerksam gemacht werden. Das beschriebene radiale Spalten des Holzkörpers und das Zerreissen des Markes in der Nähe der Gefässbündel, welche bei krautigen Stengeln bisweilen fast gänzlich isoliert erscheinen, würden bei der Theorie der Zerklüftung durch Eisdrusen voraussetzen, dass sich in den dem Froste am spätesten zugänglichen, der Rinde an Wasserreichtum nachstehenden Geweben mächtige Eisausscheidungen bilden, während dabei die Rinde nur geringe Störungen zeigen kann. Ausserdem ist es mir bisher nicht gelungen, in älteren, holzigen Achsen grosse Eisdrusen zu beobachten. Und gerade die vereisten Gefässröhren, die man findet, werden nicht gesprengt. In krautartigen, namentlich absterbenden Stengeln sieht man wohl geschichtete Eisdrusen, aber dabei auch Hohlräume, die grösser als die Eismassen sind, also durch diese nicht entstanden sein können.

In Erwägung dieser Umstände komme ich zu dem Schlusse, dass manche Zerklüftungen der Gewebe wohl durch die Eisdrusenbildung hervorgebracht werden können, dass aber die Mehrzahl der Fälle auf Spannungsdifferenzen zwischen benachbarten, verschieden gebauten Gewebeformen zurückgeführt werden muss. Auch da, wo man Eisdrusen und Abhebungen direkt entstehen sieht, lässt sich

doch nicht feststellen, ob das Eis in die gleichzeitig durch die Frostspannung sich bildenden Lücken als dem widerstandslosesten Orte sich anhäuft, oder ob es sich durch sein Anwachsen die Lücken selbst erst sprengt. Dass vorhandene Hohlräume durch das keilförmige Fortschreiten von Eisdrusen vergrössert werden können, ist nicht zu bezweifeln.

BAND XXIV. JAHRGANG 1906. HEFT 2.

# BERICHTE

DER

# DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

## VIERUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 2.

MIT TAFEL III—IX.

AUSGEGEBEN AM 28. MÄRZ 1906.

BERLIN,

GEBRÜDER BORNTRÆGER,

1906.

# Inhaltsangabe zu Heft 2.



**Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:**

**Freitag, den 30. März 1906,**

abends **7** Uhr,

**im Hörsaale des Schwendener'schen Botanischen Instituts,**

Dorotheenstr. 5, I.

# Sitzung vom 23. Februar 1906.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

---

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

**Gürtler, Friedrich,** Dr. phil. in **Fraustadt** (Provinz Posen) (durch L. KNY und W. MAGNUS),

**Allen, Charles E.,** Assistant Professor of Botany in the University of **Wisconsin** (U. S. A.) (durch R. A. HARPER und J. B. OVERTON).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

**Beckmann,** stud. **Paul,** in **Schöneberg** bei Berlin,
**Colling,** Dr. **J. T.,** in **Berlin,**
**Esser,** Dr. **P.,** in **Cöln,**
**Timpe,** Dr. **H.,** in **Hamburg-Eimsbüttel,**
**Zang,** Dr. **Wilhelm,** in **Hohenheim.**

---

# Mitteilungen.

---

## 9. Alfred Fischer: Über Plasmoptyse der Bakterien.

Mit Tafel III.

Eingegangen am 15. Februar 1906.

---

Vor einiger Zeit hat ARTHUR MEYER (S. 349) nachzuweisen versucht, dass die von mir, zuletzt in meinen Vorlesungen über Bakterien, beschriebene Plasmoptyse ein Kind meiner Phantasie sei und einfach darauf beruhe, dass die Stäbchen sich zu Kugeln abrunden. Trotz MEYER's Mitteilung habe ich keine Veranlassung, meine letzte Darstellung der Plasmoptyse zu korrigieren.

Ich habe meine älteren Präparate geprüft und ohne alle Phantasie neue Beobachtungen angestellt, aus denen erneut hervorgeht, dass die Plasmoptyse eine Erscheinung besonderer Art und in Bakterienkulturen weit verbreitet ist.

Ich habe zuletzt (I, S. 49) die Plasmoptyse als die Äusserung eines Kampfes ums Dasein geschildert, den die Bakterien in den Kulturen zu führen haben, ein Kampf, der durch die eigenen Stoffwechselprodukte hervorgerufen und, je nach der ursprünglichen Zusammensetzung des Substrates, selbst für dieselbe Art verschieden verlaufen wird. Um diese Kulturplasmoptyse zu sehen, muss man selbstverständlich die Bakterien in der von ihnen ungünstig veränderten Nährlösung lassen und untersuchen, aber darf sie nicht in bessere Bedingungen bringen. Diesen Fehler begeht aber A. MEYER, wenn er (S. 355) eine Öse Bakterien in einen Tropfen von frischer Nährlösung versetzt und nach dieser Bodenmelioration meine Phantasie demonstrieren will. Er hätte gründlich den Verlauf in der Kultur verfolgen sollen. Hier zeigt der *Vibrio proteus* (Kommabacillus FINKLER-PRIOR's) eine sonderbare Vielgestaltigkeit, die schon den ersten Untersuchern (z. B. BUCHNER) auffiel und zunächst in einigen Phasen beschrieben werden soll. Ich beschränke mich hier darauf, eine einzige Nährlösung zu besprechen: eben alkalisches Fleischwasser mit Zusatz von 1 pCt. Pepton und 1 pCt. Rohrzucker (kurz als FPZ. bezeichnet) entweder als Bouillon (B.-FPZ.) oder mit Agar (A.-FPZ.) verwendet.

Die Reihenfolge der Formen in B.-FPZ. bei 32° gehalten, vorausgesetzt, dass aus einer wenige Tage alten Kultur auf A.-FPZ. eine Spur, am geraden Drahte haftend, nicht eine ganze Öse geimpft wurde, ist folgende. Nach 12 Stunden reagiert die gleichmässig getrübte Bouillon bereits schwach sauer und enthält allgemein etwas gedunsene, nicht mehr geschlängelte Vibrionen, die lebhaft sich teilen. Dieselbe Kultur bietet eine Stunde später ein anderes Bild: neben den noch vorhandenen gedunsenen Vibrionen finden sich viele breit eiförmige und viele vollendet kugelige, alle mehr oder weniger lebhaft beweglich.

Diese Kugeln (Fig. 1, *a*), die niemals irgend ein Anhängsel tragen, entstehen nicht durch Plasmoptyse, sondern durch Aufblähung und Abrundung der gedunsenen Vibrionen und sind durch mancherlei Eiformen mit diesen verknüpft. Wiederum eine Stunde später enthält die nunmehr 14 Stunden alte Kultur vorwiegend solche Abrundungskugeln und Eiformen, aber vereinzelt tauchen neue Gebilde auf. Kugeln mit einem kurzen Stielchen (Fig. 6) und solche mit zwei kleinen spreizenden Beinchen (Fig. 7), vergleichbar einem Cyclops mit den beiden Eiersäckchen; es sind das die ersten Exemplare echter Plasmoptyse. Diese macht in der folgenden Stunde rasche Fortschritte

und erreicht in der 15 und 16 Stunden alten Kultur einen Höhepunkt, zahlreiche solcher ein- und zweibeiniger Kugeln schwirren durch die Bouillon, daneben Eiformen, Abrundungskugeln, gedunsene Vibrionen ohne und mit winzigem, einem Ende aufsitzenden Kügelchen, dem Anfangsstadium der Plasmoptyse (Fig. 6 und 7). Die Bouillon reagiert deutlich sauer.

In der 20 Stunden alten Kultur sind die Kugeln mit ein und zwei Beinchen beträchtlich vergrössert, viele haben ihre Anhängsel abgestreift. Wir verlassen jetzt die Kultur, in der der Kampf ums Dasein mit diesem ersten Akt, der Plasmoptyse der Vibrionen, keineswegs abgeschlossen ist.

Das bisher Beschriebene wurde an stundenweise frisch hergestellten Hängetropfen ermittelt. Wollte man aus einer 12 Stunden alten Kultur einen Hängetropfen herstellen und diesen selbst stundenlang entweder bei 32° oder bei Zimmertemperatur weiter beobachten, um an den am Rande ruhig liegenden Vibrionen die geschilderten Veränderungen schrittweise zu verfolgen, so würde das nicht gelingen, aus dem leicht begreiflichen Grunde, dass im Hängetropfen und besonders an seinem Rande durchaus neue und andere Bedingungen als in der Kultur sich einstellen. Man muss darauf verzichten, im Hängetropfen die Kulturplasmoptyse zu verfolgen, ebenso wenig gelingt dieses in einem gewöhnlichen Präparat mit den am Deckglas haftenden Individuen.

Die Abrundungskugeln, die schon BUCHNER (S. 7) mit der Säuerung des Substrates in Beziehung brachte, müssten, wenn die Säure sie hervorriefe, durch deren Abstumpfung oder Neutralisierung sich zu Vibrionen regenerieren lassen. In der Tat gelingt das fast momentan auf folgende Weise.

Am Rande des Objektträgerhohlschliffes trägt man nur auf $^3/_4$ des Umfanges das Fett zum Festlegen des Deckglases auf, der Rest bleibt offen und bietet Gelegenheit, solche Stoffe, die aus ihren Lösungen leicht sich verflüchtigen, z. B. Ammoniak, flüchtige Fettsäuren, auf den fortwährend beobachteten Hängetropfen wirken zu lassen. Die Figur 1 stellt Skizzen eines Versuches dar, der mit einem unverdünnten Tropfen einer $14^3/_4$ Stunden alten Kultur des *Vibrio proteus* in B.-FPZ. angestellt wurde. Der Hängetropfen enthielt am offenen Rande, d. h. dem nicht mit Fett bestrichenen Schliffrande zugewendet, unter andern die in Fig. 1*a* skizzierte Gruppe von sieben Abrundungskugeln.

Um 10 Uhr $26^1/_2$ Minuten wird auf 0,25 pCt. verdünnter Liquor Ammonii caustici duplex (enthaltend 20 Teile $NH_3$) zugegeben. Schon 10 Uhr 29 Min. haben sich die Kugeln zu schmalen, allerdings nicht geschlängelten Vibrionen (Fig. 1*b*) gestreckt. Sogleich, 10 Uhr 30 Min., wird das Ammoniak abgesaugt und durch 0,25 vol.-prozentige

Essigsäure 10 Uhr 31 Min. ersetzt. Es beginnt schon 10 Uhr 36 Min. die Aufblähung der Vibrionen und 10 Uhr 45 Min. ist der Zustand der Skizze Fig. 1*c* erreicht. Nunmehr wird die Essigsäure abgesaugt (10 Uhr 45$^1/_2$ Min.) und durch Ammoniak (0,25 pCt.) ersetzt (10 Uhr 46 Min.). Schon 10 Uhr 47 Min. beginnt die Regeneration der Vibrionen; 10 Uhr 50 Min. haben sie die abgebildete Form (Fig. 1*d*). Man kann auch umgekehrt von den neben den Kugeln in der 14 bis 16 Stunden alten Kultur vorhandenen Vibrionen ausgehen (Fig. 2). Hiervon kurz die Daten:

Der Hängetropfen enthielt die in Fig. 2*a* um 11 Uhr 25 Minuten skizzierten Vibrionen; 11 Uhr 26 Min. 0,25 pCt. Essigsäure, 11 Uhr 32 Min. Schwellungszustand der Fig. 2*b*, 11 Uhr 37 Min. Kugel und breiteiförmige Gestalt des Pärchens, Fig. 2*c*; 11 Uhr 38 Min. abgesaugt, 11 Uhr 39 Min. 0,25 pCt. Ammoniak, 11 Uhr 40 Min. Regeneration der Vibrionen (Fig. *d*, ein Dritter hat sich angesetzt), 11 Uhr 48 Min. Ammoniak abgesaugt, 11 Uhr 49 Min. 0,25 pCt. Ameisensäure (11 Uhr 52 Min. beginnt Schwellung), 12 Uhr 2 Min. erneute Kugelbildung Fig. 2*e*, 12 Uhr 3 Min. abgesaugt, 12 Uhr 6 Min. 0,25 pCt. Ammoniak, fast momentane Regeneration der Vibrionen, Fig. *f*, 12 Uhr 10 Min.

In einem anderen, nicht skizzierten Versuch wurden mit Vibrionen beginnend, innerhalb einer Stunde dieselben Individuen dreimal in Kugeln verwandelt und dreimal zu Vibrionen regeneriert, letzteres immer durch Ammoniak; als Säure diente zuerst Essigsäure, dann Buttersäure, endlich Ameisensäure.

In dieser kurzen Mitteilung kann nicht näher besprochen werden, ob Änderungen in der Elastizität der Membran, ob Änderungen der graduellen Impermeabilität des Protoplasten oder Änderungen in den osmotisch wirksamen Stoffen im Innern der Vibrionen oder in der Bouillon den Ausschlag geben. Wie gross genau der Gehalt an Säure für die Kugelbildung sein muss, ob schon Abschwächung der Säure oder volle Neutralisation oder Überschuss an Alkali für die Regeneration der Vibrionen erforderlich ist, würde noch zu bestimmen sein. Nur die reinen, anhangslosen Abrundungskugeln können durch Ammoniak in Vibrionen verwandelt werden, nur solche anhangslose Kugeln werden durch die Säuren wiederum erzeugt. Die oben beschriebenen Kugeln mit ein oder zwei Beinchen, d. h. die echten Plasmoptysekugeln werden durch Ammoniak nicht verändert (Fig. 3*a* und *b*) und unterscheiden sich dadurch sofort von den Abrundungskugeln.

Mit Ammoniak lässt sich auch eine echte Kunstplasmoptyse an den regenerierten Vibrionen hervorrufen, die aber am Rande des Tropfens über die ersten Anfänge nicht hinausgeht (Fig. 4*a* - *c*), während sie im Innern des Tropfens an den beweglichen Individuen wirklich zum Abschluss kommt. Sehr schöne Plasmoptyse tritt ein, wenn man einige Kubikzentimeter der unverdünnten Kultur in ein offenes Schälchen giesst

und dieses in eine grössere geschlossene Dose setzt, die 0,25 pCt. Ammoniak enthält. Nach einer Stunde herrscht starke Plasmoptyse, die aber nicht alle Individuen befällt; ein guter Teil übersteht die Wirkung und nimmt mehr und mehr die geschlängelte Form an.

Hierüber wird später zu berichten sein.

Die Fig. 4 zeigt, dass eine Kugel schon innerhalb $2^1/_2$ Minuten zum *Vibrio* sich regeneriert und der Plasmoptyse verfällt. Diese oft bestätigte Tatsache gestattet einen Rückschluss auf die Vorgänge, die in der Kultur zur Plasmoptyse führen. Zuerst enstehen durch die Säurebildung aus Zucker die Abrundungskugeln, die schon durch eine Abstumpfung der Säure infolge Alkalibildung (vergl. GOTSCHLICH S. 100) etwas abschwellen und zu gedunsenen Vibrionen sich regenerieren, und diese verfallen der Plasmoptyse. Bei allen diesen Veränderungen ist zu beachten, dass die Kulturbouillon in einem unausgesetzten Wirbel erhalten wird, nicht bloss durch die Bewegung der Vibrionen, sondern auch durch Diffussionsprozesse auf kleinstem Raum, in der Umgebung jedes einzelnen Vibrio. In jedem Augenblick ändert sich gewissermassen die Umgebung.

Die üblichen Eintrocknungspräparate der Bakteriologie erhalten zwar die Plasmoptyse, aber die von ihr herrührenden Kugeln schrumpfen doch etwas und geben, besonders bei *Vibrio proteus*, keine optimalen Bilder. Ich habe fixiert mit den „Dämpfen" von Jod, Formaldehyd, Osmium und Alkohol. Die schönsten Präparate erhält man, wenn man das Deckglas mit dem soeben aufgelegten, nicht breit verstrichenen Kulturtropfen 5—10 Minuten auf die Alkoholflasche legt und dann an der Luft eintrocknen lässt. Man spült nach dem Festtrocknen über der Flamme alle wasserlöslichen Bestandteile der Bouillon vorsichtig ab, färbt mit Anilinwasser-Gentiana, spült abermals vorsichtig ab — Balsam. Am Rande des eingetrockneten Tropfens wird man eine ganze Musterkarte grossartig fixierter und rein gefärbter Vibrionen und aller Stadien der Plasmoptyse finden, z. B. bei 15—16 Stunden alten Kulturen (Fig. 8).

Die Abrundungskugeln der 12—14 Stunden alten Kulturen lassen sich nicht fixieren, sie sinken zu gedunsenen Vibrionen zusammen, sobald sie vom Alkohol getötet werden, was bei näherer Überlegung ganz begreiflich ist. Dagegen konservieren sich die echten Plasmoptysekugeln, die anfangs ein oder zwei Beinchen mit sich schleppen, sehr schön; es kann keinem Zweifel unterliegen, dass diese Gebilde wirklich durch Platzen der Vibrionen und kugelige Abrundung des ausgetretenen Plasmas, also Plasmoptyse, entstehen. Auch hierüber ist kein Zweifel, dass die mit einem Stiftchen behafteten Kugeln durch das Platzen eines einzelligen Vibrio und nicht, wie MEYER (S. 355) vermutet, durch Abrundung einer Zelle eines Pärchens entstehen. Man vergleiche den intakten Vibrio in Fig. 8 mit den

anderen; man sieht, dass der Rest des mehr oder weniger entleerten Stäbchens zusammengeschrumpft oder nur halb so lang oder noch kleiner als der intakte Vibrio ist. Auch Anfänge der Plasmoptyse, mit einem ganz winzigen oder etwas grösseren Kügelchen des hervorgequollenen Plasmas sind reichlich zu finden (Fig. 8). Am meisten dominieren in den Präparaten aus 15—16 Stunden alten Kulturen aber die Kugeln mit einem Paar kürzerer oder längerer, dünner, etwas spreizender Beinchen (Fig. 8). Diese Gebilde entstammen der Plasmoptyse von Pärchen und mitten im Teilungsakt überraschten Vibrionen, die im Äquator geplatzt sind und die beiden Hälften der Hülle wie Schalen zurückgeklappt haben. Ein schönes Anfangsstadium hiervon ist in Fig. 8 links oben dargestellt. Alle diese Fixierungsbilder entsprechen vollkommen den nach dem Leben skizzierten (Fig. 6 und 7).

MEYER (S. 355) konstatiert das Fehlen oder doch die Seltenheit leerer Häute und erblickt hierin einen schweren Einwand gegen die Plasmoptyse. Ich hoffe, dass die bereits besprochenen Bilder ihn überzeugen. Man findet in Kulturen gewissen Alters (20—24 Stunden) oft grössere Mengen leerer Hautsäcke, von denen ich einige neben einem intakten Vibrio in Fig. 5 abgebildet habe. Wie der leere Wurstdarm länger ist als die Wurst, sind auch diese leeren Vibrionenhäute länger als der Vibrio.

Von den Plasmoptysekugeln werden später bei anhaltender Bewegung die leeren Hautreste abgestreift, es bleibt in 20—24 Stunden alten Kulturen die gänzlich abgerundete Plasmoptysekugel übrig, die nicht mehr durch Ammoniak zu Vibrionen regeneriert werden kann.

Alles bisher Mitgeteilte bezieht sich auf *Vibrio proteus*, der infolge gewisser Eigenschaften seiner Membran viel komplizierter sich verhält, als andere Vibrionen und die Heubazillen. Bei ihnen gehen in den B.—FPZ.-Kulturen niemals solche Abrundungskugeln der echten Plasmoptyse, die meist etwas später als bei *Vibrio proteus* eintritt, voraus.

Ich muss mich begnügen, auf die Fig. 9 und 10 zu verweisen, die echte Plasmoptyse vom Choleravibrio und *Vibrio danubicus* vorführen.

Auch die Heubazillen verfallen einer reichlichen Plasmoptyse in B.—FPZ. bei 32°. Die am ersten Kulturtage stark getrübte Kultur klärt sich am zweiten Tage vollkommen, im Sediment liegen zahllose Plasmoptysekugeln. Bevor sie zu Boden sinken, sind sie gut beweglich, wenig aufgequollen, kokkenähnlich. Ich habe früher (III, S. 98) diese Zustände als Zerstörungsbilder beschrieben und abgebildet.

Früher (I und II) habe ich die Plasmoptyse mit dem „körnigen Zerfall“ verglichen, den die medizinische Bakteriologie, wiederum besonders für Vibrionen, als Zeichen der Alexinwirkung und Bakterizidie beschrieben hat. Es ist hier nicht der Ort, auf

diese Beziehungen einzugehen, aber es dürfte wohl interessieren, in Fig. 11 die Wirkung eines als bakterizid bekannten Exsudates, einer menschlichen Hydrocele-Flüssigkeit, auf *Vibrio danubicus* zu sehen. Die als schöne Vibrionen in das Exsudat gebrachten Bakterien waren in einer Stunde bei 37° insgesamt „in Körnchen aufgelöst", d. h. es war allgemein Plasmoptyse eingetreten. Ebenso wirkte das Exsudat auf *Vibrio cholerae* und *V. proteus*.

Meine neuen Beobachtungen haben bisher Plasmoptyse in Bouillonkulturen (B. – FPZ.) bei folgenden Bakterien ergeben: *Vibrio proteus*, *V. cholerae*, *V. danubicus*, *V. berolinensis*, *V. aquatilis* und *Bacillus subtilis*. Die Vibrionen verfallen auch in den entsprechenden Agarkulturen, nur etwas langsamer, der Plasmoptyse, der *Vibrio proteus* auch in Fleischwasser ohne jeden Zusatz oder mit 1 pCt. Pepton und 0,5 pCt. Kochsalz. Ich zweifle nicht, dass die Plasmoptyse noch bei vielen anderen Bakterien sich wird nachweisen und hervorrufen lassen.

Die früher von mir (II) angegebenen Verfahren bedürfen noch weiterer Nachprüfung, weil ihnen eine damals von mir nicht genügend berücksichtigte Unsicherheit anhaftet. Ich hatte schon in der 2. Auflage meiner Vorlesungen über Bakterien in zwei Anmerkungen (I, Anm. 8, S. 31, und Anm. 5, S. 54) vorläufig darauf hingewiesen. Der dort erwähnte Einfluss der Deckgläser beruht darauf, dass ihnen von der Fabrikation her Substanzen anhaften, die bei gewöhnlicher Reinigung nicht entfernt werden und im Hängetropfen in 15—30 Minuten als winzige Kügelchen aufsteigen, sich an die Bakterien anhängen und echten Plasmoptysekugeln täuschend ähnlich sehen. Die Deckgläser für Hängetropfenversuche so vorzubereiten wie für die Geisselfärbung, hielt ich für überflüssig, und da ich von der echten Plasmoptyse des Choleravibrio ausging, so war die Täuschung möglich.

Es liegt aber die Sache keineswegs so, dass alles, was ich damals als Plasmoptyse beschrieben habe, in solche Deckglaskugeln sich verflüchtigt, wie vor einiger Zeit Leuchs (S. 1661) behauptet hat. Ich habe sogleich nach dem Erscheinen meiner ersten Arbeit (II), als ich die Fehlerquelle erkannte, neue Untersuchungen begonnen, um den Umfang des Falschen festzustellen und dieses durch einwurfsfreie Beobachtungen zu ersetzen. Mancherlei hat mich an der schnellen Vollendung dieser Berichtigung verhindert, als deren Vorläufer ich diese kleine Mitteilung betrachten möchte. Über die Plasmoptyse in hyper- und hypisotonischer Umgebung werde ich später ausführlicher mitteilen.

———

## Literatur.


BUCHNER, E., Über die KOCH'schen und FINKLER-PRIOR'schen Kommabazillen. — Sitzungsber. der Gesellsch. für Morphologie und Physiologie. München I, 1885.

FISCHER, ALFRED, I. Vorlesungen über Bakterien. II. Aufl., 1903.

—, —, II. Die Empfindlichkeit der Bakterienzelle und das baktericide Serum. — Zeitschr. für Hygiene. 35. Bd., 1900.

—, —, III. Untersuchungen über Bakterien. — Jahrb. für wissenschaftl. Botanik. 27. Bd., 1894.

GOTSCHLICH, in Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. I. Bd, 1903.

LEUCHS, Über Plasmoptyse der Bakterien. — Münchener Medizin. Wochenschr. 1905, Nr. 34, S. 1661.

MEYER, ARTHUR, Über Kugelbildung und Plasmoptyse der Bakterien. — Ber. der Deutschen Botan. Gesellsch. XXIII, 1905, Heft 8.


---

### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—8. *Vibrio proteus* (Kommabazillus FINKLER-PRIOR's).

Fig. 1. Vom Rande eines Hängetropfens einer 14¼ Stunden alten Kultur in B.-FPZ., nach S. 57 behandelt. *a* Anfang des Versuches, die in der Kultur durch Abrundung entstandenen Kugeln; 10 Uhr 26 Min. 10 Uhr 26½ Min. wird 0,25 pCt. Liquor Ammonii caustici am offenen Rande zugesetzt; die Kugeln sind bis 10 Uhr 29 Min. (Fig. *b*) zu gestreckten Vibrionen regeneriert. 10 Uhr 30 Min. Ammoniak abgesaugt, 10 Uhr 31 Min. durch 0,25 pCt. Essigsäure ersetzt, bis 10 Uhr 45 Min. sind die Vibrionen wiederum zu Kugeln abgerundet (Fig. *c*). Essigsäure 10 Uhr 45½ Min. abgesaugt und 10 Uhr 46 Min. wiederum 0,25 pCt. Ammoniak, durch den bis 10 Uhr 50 Min. die Vibrionen wieder regeneriert sind (Fig. *d*). Bei kontinuierlicher Beobachtung mit 1000facher Vergrösserung frei skizziert. Zimmertemperatur.

„ 2. Skizzen eines ähnlichen Versuches (Zimmertemperatur) wie Fig. 1, aber mit Vibrionen beginnend; 15¼ Stunden alte Kultur in B.-FPZ. Ausgangszustand *a* 11 Uhr 25 Min. Essigsäure 0,25 pCt. 11 Uhr 26 Min. Mittlere Phase der Abrundung 11 Uhr 32 Min. (Fig. *b*), volle Kugelbildung 11 Uhr 37 Min. (Fig. *c*). Abgesaugt 11 Uhr 38 Min., 0,25 pCt. Ammoniak 11 Uhr 39 Min., momentane Regeneration zu Vibrionen, Fig. *d*, 11 Uhr 40 Min.; es hat sich ein dritter *Vibrio* angelegt. Abgesaugt 11 Uhr 48 Min., 0,25 pCt. Ameisensäure 11 Uhr 49 Min; Kugelbildung vollendet 12 Uhr 2 Min. (Fig. *e*), abgesaugt 12 Uhr 3 Min., 0,25 pCt. Ammoniak 12 Uhr 6 Min., Vibrionen fast momentan regeneriert 12 Uhr 10 Min. (Fig. *f*).

„ 3. Aus dem Hängetropfen (Zimmertemperatur) einer 13 Stunden alten Kultur in B.-FPZ., ursprünglicher Zustand 10 Uhr 37 Min., zwei Abrundungskugeln, ein breit oval-gedunsenes Individuum und eine echte Plasmoptysekugel mit anhaftender *Vibrio*-Haut. Um 10 Uhr 38 Min wird 0,25 pCt. Ammoniak zugesetzt (wie S. 57), bis 10 Uhr 42 Min. sind die Vibrionen regeneriert, die Plasmoptysekugel ist nicht verändert und hat sich auch später nicht gestreckt, sondern schwillt nach der Ammoniakbehandlung sogar noch mehr auf. Skizze bei 1000facher Vergrösserung.

„ 4. Plasmoptyse einer durch Ammoniak zum *Vibrio* regenerierten Abrundungskugel aus 13 Stunden alter Kultur in B.-FPZ.; beobachtet bei Zimmertemperatur (Methode S. 57). Fig. *a* 12 Uhr 26 Min; 1 pCt. Liquor Ammonii

caustici 11 Uhr 27 Min., regenerierter *Vibrio* Fig. *b* 11 Uhr 28 Min.; Austritt einer kleinen glänzenden Kugel des Inhaltes (Plasmoptyse) 11 Uhr 29½ Min. Fig. *c*. Skizze bei 1000facher Vergrösserung,

Fig. 5. Dauerpräparat (nach S. 59) aus einer 20 Stunden alten Kultur in B.-FPZ. bei 32°. Einige leere Hautsäcke von der Plasmoptyse verfallenen Vibrionen, daneben zum Vergleiche ein intakter *Vibrio* aus derselben Stelle des Präparates. In den Hautsäcken noch einige Krümchen des Inhalts. Vergrösserung 1000fach.

„ 6. Zusammenstellung einiger lebend skizzierter Plasmoptysestadien aus eben hergestellten Hängetropfen von 14—16 Stunden alten Kulturen in B.-FPZ., unverdünnte Kultur. Das häufigste Bild sind die Kugeln mit ansitzenden entleerten Stäbchen, aus deren geringer Dicke unzweifelhaft folgt, dass wirkliche Plasmoptyse vorliegt. Daneben verschiedene Anfangsstadien, winzige und etwas grössere Kügelchen des hervorgepressten Inhalts, den noch zum grossen Teil gefüllten Vibrionen an einem Ende anhaftend. Bei 1000facher Vergrösserung skizziert.

„ 7. Ähnliche Zusammenstellung wie in Fig. 6, aus denselben Hängetropfen, die Plasmoptysekugeln mit zwei Stiftchen oder Beinchen betreffend. Die beiden Anfangsstadien der unteren Reihe zeigen, dass hier Doppelindividuen oder mittlere Teilungsstadien in Plasmoptyse übergehen, die Inhaltskugel tritt im Äquator hervor. In der mittleren Reihe zwei weitere Phasen, besonders rechts die Umknickung der beiden Hälften zeigend. Oben zwei fertige Plasmoptysekugeln mit den anhaftenden Hautsäckchen. Diese Stadien sind in 14—16 Stunden alten Kulturen noch häufiger wie die einstiftigen. Bei 1000facher Vergrösserung skizziert.

„ 8. Dauerpräparat (nach S. 59) einer etwa 15 Stunden alten Kultur in B.-FPZ. bei 32°. Zusammenstellung der reichlich am Rande des eingetrockneten Tropfens zusammengelagerten Plasmoptysestadien, den in Fig. 6 und 7 nach dem Leben skizzierten entsprechend. Man beachte besonders die dünnen entleerten Hautanhängsel, die Anfänge und mittleren Stadien der Pärchenplasmoptyse (rechts unten, links oben). Vergrösserung 1000fach.

„ 9. *Vibrio cholerae asiaticae*, 38 Stunden alte Kultur in B.-FPZ., 32°, mit destilliertem Wasser verdünnt und über 1 pCt. Osmiumsäure fixiert, eingetrocknet, Färbung Karbolfuchsin. Ein intakter Vibrio mit verschiedenen Plasmoptysestadien, oben eines Pärchens; besonders schön war der Vibrio rechts unten fixiert, man sieht die noch nicht zusammengesunkene Haut teilweise mit Inhalt erfüllt; er ist sicher im Moment des Ausfliessens fixiert. Bei 2250facher Vergrösserung skizziert.

„ 10. *Vibrio danubicus*, Dauerpräparat (nach S. 59) aus einer 38½ Stunden alten Kultur in B.-FPZ. bei 32°. Neben dem intakten Vibrio beachte man rechts das eben ausfliessende Individuen mit zusammengesunkener Haut, ferner die drei Bilder der Plasmoptyse von Pärchen oder Teilungsstadien die ganz mit denen von *Vibrio proteus* übereinstimmen. Bei 1000facher Vergösserung skizziert.

„ 11. *Vibrio danubicus*, aus etwa 30 Stunden alter Kultur auf A.-FPZ. bei 37° in menschliche Hydroceleflüssigkeit übertragen und eine Stunde bei 37° gestanden. Allgemeine Plasmoptyse, nach dem Leben bei 1000facher Vergrösserung skizziert (vergl. S. 61).

# 10. F. Brand: Über die Faserstruktur der Cladophora-Membran.

Mit Tafel IV.

Eingegangen am 16 Februar 1906.

Wie aus der älteren Literatur hervorgeht, wurden *Cladophora*-Arten damals häufiger zu Untersuchungen und Demonstrationen benutzt wie in gegenwärtiger Zeit, in welcher diese Gattung, und insbesondere deren Süsswasserformen, weniger beliebt zu sein scheinen.

Mit dieser Annahme harmoniert auch der Umstand, dass die „Morphologie und Biologie der Algen" von OLTMANNS an gewissen wichtigen Erscheinungen — von welchen ich hier nur die bei manchen *Eucladophora*-Arten vorkommende Gelenkbildung und die Polaritätsumkehr bei den hydrophilen *Aegagropila*-Arten nennen will — ohne merkliches Interesse vorübergeht und dass auch die Illustration des *Cladophora*-Referates nicht durchaus einwandfrei ist[1]).

Unter diesen Verhältnissen schien mir die Fortsetzung meiner schon in früheren Arbeiten[2]) publizierten Untersuchungen über diese Gattung nicht überflüssig zu sein. Neuerdings habe ich mich noch eingehender mit gewissen, so ziemlich ohne Analogie dastehenden Verhältnissen ihrer Membran beschäftigt, und bin bei den Versuchen zur Herstellung von Dauerpräparaten, mittels deren ich auch einem

1) Da eine Ergänzung des OLTMANNS'schen Referates erst bei Gelegenheit einer grösseren Arbeit erfolgen kann, will ich hier nur einige äusserliche Unebenheiten berichtigen. Die Originalfigur 156, S. 256, zeigt eine namenlose *Cladophora*-Spezies als Habitusbild der Gattung Diese Figur kennzeichnet aber nur den *glomerata*-Typus und kann ohne Angabe dieses Umstandes einen weniger erfahrenen Leser unter Umständen in Verlegenheit bringen, weil auch andere Wuchsformen z. B. eine lang strangförmige und eine unregelmässig verfilzte sehr häufig vor kommen. — Nr. 4 in Fig. 157, S. 257, ist ein durch meine Arbeit „Über einige Verhältnisse des Baues und Wachstums von *Cladophora*" überholtes Schema. — Bei Nr. 4, Fig. 162, S. 264, ist kein Autor angegeben; das Bild stammt von GAY, „Recherches sur le développement et la classification etc," und in dem zu *Cladophora Valonia* gehörigen Literaturverzeichnisse fehlt dann auch diese Arbeit. — Nr. 1 der vorerwähnten Figur endlich führt einen falschen Namen (*Cladophora rupestris* statt *ophiophila*; vergl. WILLE in ENGLER's Natürl. Pflanzenfam. I, 2, Fig. 76 *A*, S. 115).

2) Die umfangreichste dieser Schriften hat OLTMANNS ganz übersehen. Meine „*Cladophora*-Studien (Botan. Centralblatt 79, 1899, 54 S. mit 3 Tafeln) enthalten aber nicht etwa traditionelle Systematik, sondern die einzige bis jetzt existierende zusammenfassende Darstellung der morphologischen und biologischen Verhältnisse dieser Gattung und sind — abgesehen von den infolge meiner damaligen Erkrankung zurückgebliebenen Druckfehlern — noch in keinem Punkte widerlegt, wohl aber durch meine späteren Arbeiten nach mehreren Richtungen erweitert worden.

auf diesem Gebiete weniger erfahrenen Botaniker die Beschaffenheit der Gelenklamellen jederzeit demonstrieren könnte, auf so deutliche Anzeichen der Existenz feiner und feinster Fasern gestossen, dass ich mich vorübergehend von meinem ursprünglichen Ziele ablenken liess, um diese histologische Frage weiter zu verfolgen.

Sind im Membrangefüge wirklich bestimmt differenzierte Fasern vorhanden, so werden sie wohl bei Betrachtung in durchfallendem Lichte auch zum optischen Ausdrucke kommen; das ist so wahrscheinlich, dass die Frage nach der Membranstruktur von MEYEN[1]) bis CORRENS fast immer im Zusammenhange mit jener nach der sogenannten Streifung besprochen worden ist.

Vergleichen wir die verschiedenen diesbezüglichen Abhandlungen, so ergibt sich nicht nur eine Differenz der Meinungen, sondern es werden auch die Begriffe „Falten“ und „Streifung“ nicht immer in gleichem Sinne gebraucht. Ich möchte deshalb vor allem in der schematischen Fig. 3 jene Auffassung darstellen, von welcher gegenwärtige Mitteilung ausgeht und zugleich auf eine bisher noch nicht bekannte Art von Querstreifen aufmerksam machen.

Die erwähnte Figur stellt die angrenzenden Enden zweier Zellen von *Cladophora rupestris* vor, welche durch ein altes Septum mit vollständig entwickeltem Gelenke getrennt sind. Das Bild ist aus zwei mikroskopischen Aufnahmen zusammengesetzt, indem die Peripherie der Zellen im optischen Durchschnitte, ihr mittlerer Teil aber in etwas höherer Einstellung, also in Flächenansicht, gezeichnet ist. Die Umrandung der Zellen lässt zwei Schichten, *a* und *i*, und innerhalb derselben die streifige Andeutung der Lamellen erkennen, aus welchen sie zusammengesetzt sind. Nebstdem erscheinen in den beiderseits neben dem Septum liegenden Gelenkräumen — d. h. den nach oben erweiterten „Interzellulargängen“ früherer Autoren — die vom unteren Winkel strahlenförmig aufsteigenden Durchschnitte der Gelenklamellen[2]) (*gl*), welche, von innen nach aussen an Länge zunehmend, das Basalstück der oberen Zelle wie eine vielblätterige Zwinge umgeben.

---

1) MEYEN, Pflanzenphysiologie I, 1837, S. 18 und 54 und Tafel 4 (Kreuzstreifung der Blattzellen von *Stelis gracilis* Meyen).

2) Die Entwicklung dieser Lamellen habe ich schon in der Arbeit: „Über einige Verhältnisse des Baues usw.“, Bot. Centralbl., Beihefte Bd. X, Heft 8, 1901, S. 493 (S. 13 d. Sep.), Fig. 1—5 in einfachen schematischen Figuren dargestellt, in welchen jedoch nur der optische Durchschnitt berücksichtigt ist. Gegenwärtige Figur mag zur Ergänzung dienen. Einen ähnlichen Fall hat schon ROSENVINGE (Om nogle Vaextforhold etc., Botanisk Tidskrift 18, 1893, Fig. 11, S. 40) in kleinem Massstabe nach dem Leben und infolge dessen weniger deutlich abgebildet. Dieser Autor nimmt aber nicht eine Neubildung von Lamellen, sondern eine mechanische Verschiebung der Schichten an.

Der mittlere Teil der oberen Zelle zeigt in Flächenansicht ausser den als postmortale Erscheinung aufzufassenden Längsfalten querlaufende feine Linien, welche die oberen Enden der Durchschnitte je zweier korrespondierenden Gelenklamellen verbinden und deren obere Ränder, eventuell Umschläge, darstellen. Das feine Netz der Streifung, im engeren Sinne, welches diese Zellen nebstdem noch überzog, ist der Deutlichkeit wegen hier weggelassen und nur an der unteren Zelle eingezeichnet.

Der Meinungskampf um die feinste Struktur der vegetabilischen Zellhaut, dessen ausführliche Darstellung manche interessanten Ausblicke gewähren würde, hat sich bekanntlich vielfach auf algologischem Gebiete bewegt. Hier kann ich nur das Nötigste andeuten und bemerke zuerst, dass die von AGARDH[1]) beschriebene Zusammensetzung der Algenmembran aus Fasern und Fibrillen viel Wahres zu enthalten scheint, woraus jedoch nicht gefolgert werden möge, dass ich mich in allen Punkten an diesen Autor anschlösse.

MOHL[2]) erklärt alle Fasern AGARDH's, und zwar nicht nur die sehr groben — worin er im Rechte sein mag — sondern auch die feinen und feinsten für Falten der Lamellen, und CORRENS[3]), der letzte Autor, welcher meines Wissens über diesen Gegenstand geschrieben hat, gibt nur soviel zu, dass „die Lamellen parallel der Faltung in Streifen von wechselnder Beschaffenheit — in chemischem oder physikalischem Sinne — differenziert" seien. Auf dieser — direkt nicht wahrnehmbaren — Struktur beruhe ihre Zerlegbarkeit in Fasern. Somit sind im Sinne dieser Arbeit die Andeutungen von faseriger Abspaltung, welche die Fig. 15 und 16 zeigen, lediglich als Kunstprodukte aufzufassen, welche nur auf mechanischem Wege zustande gekommen seien[4]).

Dass CORRENS sich von der Existenz selbständiger Fasern nicht überzeugen konnte, ist wohl in erster Linie auf Rechnung der von ihm angewendeten Schwefelsäure zu setzen. Durch dieses Reagens quellen die Fibrillen zuerst auf, um dann bei stärkerer Konzentration der Säure sich plötzlich aufzulösen. Die von CORRENS gleichfalls angewendete JAVELLE'sche Lauge hat sich mir bei *Cladophora* nutzlos erwiesen, und die SCHULTZE'sche Mazeration scheint dieser Autor, nach den Angaben einer früheren Arbeit[5]) zu schliessen, nur in ab-

1) J. G. AGARDH, De cellula vegetabili fibrillis tenuissimis contexta. Lundae 1852.

2) H. MOHL, Über die Zusammensetzung der Zellmembran aus Fasern. Bot. Zeitung 11, 1853, S. 753 ff.

3) C CORRENS, Zur Kenntnis der inneren Struktur einiger Algenmembranen. ZIMMERMANN's Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle, Bd. I, 1893, S. 302.

4) l. c., S. 302, Ergebnis 4 und Tafel V—VI.

5) C. CORRENS, Zur Kenntnis der inneren Struktur der vegetabilischen Zellmembranen. Jahrb für wissensch. Botanik, Bd. 23, 1892, S. 289.

geschwächter Weise angewendet zu haben, und hat deshalb, ähnlich wie CRÜGER[1]), auch nur eine gewisse Plastizität, aber keine deutliche Isolierung der Fibrillen erzielt. AGARDH scheint meist ohne Reagentien präpariert zu haben, verwendete jedoch gelegentlich auch Salzsäure und Jod, während MOHL das SCHULTZE'sche Verfahren voll zur Anwendung brachte.

Von allen den genannten Reagentien und noch vielen anderen hat sich bei meinem (ausschliesslich getrockneten) Materiale keines als vollständig zweckentsprechend erwiesen; die relativ besten Erfolge erzielte ich mit der letztgenannten Mazeration, durch welche wenigstens die Abspaltung der Lamellen und die Isolierung stärkerer Fasern gelang, während bei meinem günstigsten Objekte, nämlich bei *Cladophora intertexta* Collins, auch Spuren der Fibrillen zutage traten. Nach einer langen Reihe von Versuchen führte endlich die Kombination verschiedener Verfahren zum Ziele.

Als die beste Methode hat sich folgende erwiesen: Die Objekte werden erst mindestens 24 Stunden lang in angesäuertem destillierten Wasser aufgeweicht, um sie der Einwirkung der nachfolgenden Reagentien zugänglicher zu machen und zugleich den etwa aufgelagerten Kalk zu entfernen. Sodann werden sie der SCHULTZE'schen Mazeration unterworfen — wobei die Erwärmung nicht unterlassen werden darf — und schliesslich einige Minuten lang mit sehr starker Chromsäurelösung behandelt. Von dem früher üblichen Zerreissen oder Zerquetschen der Membran habe ich Umgang genommen und mich im Gegenteile bemüht, das Objekt möglichst wenig zu berühren. Durch die Mazeration werden die Membranen schon ziemlich vulnerabel und etwas klebrig. Deshalb muss man die Fadenstücke sehr vorsichtig aus dem Wasser herausfischen, auf dem Objektträger ausausbreiten und gleich mit einem Deckglase bedecken. Die Chromsäure wird dann an dem Rand des Deckglases zugesetzt, mit Löschpapier angesaugt und in ähnlicher Weise wieder ausgewaschen. Es ist mir jetzt noch nicht gelungen, Querschnitte von Zellen oder der Länge nach gespaltene Membranen nach der SCHULTZE'schen Mazeration unverletzt auf dem Objektträger auszubreiten. Deshalb habe ich mehrmals versucht, auch diese Operation unter dem Deckglase vorzunehmen, habe damit aber nur ungenügende Resultate erhalten.

Nach Auswaschung der Chromsäure empfiehlt es sich, das Präparat mit einer schwachen Lösung von Rutheniumrot zu färben, indem man diese ebenso, wie früher die Reagentien, durchsaugt. Dadurch färben sich die Fasern und Fibrillen entweder gar nicht oder nur äusserlich, wohl aber rötet sich die Grundsubstanz der

---

1) H. CRÜGER, Westindische Fragmente, 4. und 5. Fragment. Botan. Zeit. 12, 1854. Behandelt die Memtranen von Phanerogamenzellen.

Lamellen mehr oder minder deutlich, und man sieht dann oft aus einer rötlichen Lamelle farblose Fasern hervorragen.

Eine ganz bestimmte Zeitdauer für die Einwirkung der Reagentien kann ich nicht angeben, weil sich nicht nur die Arten etwas verschieden verhalten, sondern auch individuelle Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Zellen zu bestehen scheinen, indem junge Exemplare der Lösung mehr Widerstand leisten als alte. Deshalb sind oft mehrere Versuche nötig, um das richtige Mass für den speziellen Fall zu finden

Als „Fibrillen“ bezeichne ich mit AGARDH die feinsten Fasern, welche sich erkennen lassen. Die dünnsten dieser Gebilde entsprechen nach ihrer Feinheit und ihrem farblosen Aussehen etwa den Cilien der Algenschwärmsporen. Andere sind etwas stärker, und es kommen alle Übergänge bis zur Dicke von ca. $^1/_2\ \mu$ vor, von welcher Grenze ab ich diese Gebilde als „Fasern“ bezeichnen möchte. Man beobachtet öfters, dass sich solche Fasern in Fibrillen auflösen, jedoch steht noch nicht fest, welche Maximaldicke die Fibrillen erreichen können, bezw. ob alle Fasern aus Fibrillen zusammengesetzt sind.

Wird ein genügend vorbehandeltes Präparat gequetscht oder verschoben, so entsteht ein Bild, welches an das krause Gewirr der Rosshaarfüllung unserer Polster erinnert; schon eine Knickung der Zellwand genügt, um an dieser Stelle eine solche Unordnung zu erzeugen, und auch die an Trennungsrändern frei gewordenen Fibrillen zeigen eine ausgesprochene Neigung zu welliger oder krauser Verbiegung. Ein solches Fadengewirre lässt sich dann mittels zweier Nadeln leicht in parallelfädige Stränge ausziehen. Derartige Stränge und Büschel haben schon AGARDH und CRÜGER abgebildet.

Über die natürliche Anordnung der Fasern und Fibrillen geben unsere Fig. 1 und 2 einige Anhaltspunkte. Diese Figuren hat Herr Dr. DUNZINGER nach meinen Präparaten mittels eines Zeichenapparates vor dem Mikroskope entworfen, und es ist nach beiderseitiger Übereinkunft nur das gezeichnet worden, was mit zweifelloser Deutlichkeit zu sehen war. Die betreffenden Präparate habe ich aus vielen anderen ausgewählt und zwar mit besonderer Rücksicht auf die vollständigen Faserspiralen, welche nur selten so klar zu sehen sind. Ich kann nicht unterlassen, auf diesen Umstand aufmerksam zu machen, damit nicht künftige Beobachter sich eventuell durch diesbezügliche Misserfolge ihrer ersten Versuche abschrecken lassen.

Ferner möchte ich bemerken, dass alle fädigen Gebilde zwar aus technischen Gründen hier dunkel gezeichnet sind, sich in Wirklichkeit aber h e l l von der Umgebung abheben, sowie dass auch die in unseren Figuren homogen erscheinenden Membranpartien tatsäch-

lich von einem feinen, sich vielfach kreuzenden Faserwerke ausgefüllt sind, dass letzteres sich aber in Dauerpräparaten und bei der hier angewendeten mittleren Vergrösserung nicht definieren lässt und deshalb nach dem oben angedeuteten Grundsatze weggelassen worden ist.

Die in Vorstehendem geschilderten Verhältnisse habe ich an folgenden von mir studierten grösseren Meeresformen im wesentlichen übereinstimmend gefunden:

1. *Cladophora hospita* (Mert.) Kütz. von St. Paul in der Südsee (leg. FRAUENFELD), welche ich schon vor längerer Zeit durch die meinen algologischen Arbeiten stets hilfsbereite Güte des Herrn Dr. NORDSTEDT in Lund erhalten habe. Diese Spezies ist auch von MOHL und CORRENS benutzt werden.

2. *Cladophora intertexta* Collins, an welcher ich mich zuerst von der Faserstruktur überzeugen konnte, sowie *Cladophora* (*Aegagropila*) *fuliginosa* Kütz. Beide verdanke ich nebst anderen musterhaft präparierten Algen der Gefälligkeit des Herrn FRANK S. COLLINS in Malden, Mass.

3. *Cladophora* (*Aegagropila*) *Montagnei* Kütz. var. *waianaeana* Nob.[1]) hat mir die Entdeckerin dieser Form, Frl. JOS. E. TILDEN (Universität von Minnesota) gütigst überlassen. Ob diese Alge sowie *Cladophora intertexta* Collins in den von ihren Entdeckern herausgegebenen Exsiccatenwerken schon zur Ausgabe gelangt sind, ist mir zurzeit nicht bekannt.

Ich benutze gern diese Gelegenheit, um den Spendern des wertvollen Materials hiermit öffentlich meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Fragen wir nach den Schlussfolgerungen, welche aus den Angaben und insbesondere aus den Abbildungen meiner Arbeit abgeleitet werden könnten, so glaube ich annehmen zu dürfen, dass die Existenz feiner und feinster, im natürlichen Gefüge der Membran vorgebildeter Fasern, welche bisher immer noch bestritten worden ist, nunmehr wenigstens für die Gattung *Cladophora* sichergestellt sei.

Die von CORRENS nach Behandlung mit Schwefelsäure und Einbettung in Gummi dargestellte Wellung der Membranlamellen kann daneben recht wohl bestehen, nur fragt es sich, ob sie die Ursache der auch an lebenden Zellen zu beobachtenden Kreuzstreifung ist.

Um auf diese Frage und auf die Einzelheiten der an der lebenden Membran zu vermutenden Struktur eingehen zu können, dazu ist mir die ganze — ohnehin sehr schwierige — Angelegenheit

---

1) Vergl. F. BRAND, Über die Anheftung der Cladophoraceen usf. Beihefte zum Bot. Centralblatt 18, Abt. 1, Heft 2, S. 185 und Tafel 5, Fig. 21 und 22.

noch zu neu. Soviel glaube ich aber jetzt schon sagen zu können, dass eine Verwebung der Fasern und Fibrillen nach Art der Leinwand — wie AGARDH andeutet — nicht vorliegt, sondern dass diese Gebilde, ähnlich wie die CORRENS'schen Lamellenwellungen, nur neben- und übereinander hinweglaufen. Ferner habe ich den Eindruck gewonnen, als ob bei der optischen Erscheinung der Membranstreifung die der Länge nach dicht aneinander gereihten Überschneidungen der Fibrillenwindungen eine nicht unwichtige Rolle spielten.

Da ich nicht weiss, ob und wann es mir gelingen wird, über die berührten Verhältnisse weitere Aufschlüsse geben zu können, während andererseits eine gewisse Aussicht besteht, dass das von mir angegebene oder ein ähnlich kombiniertes Verfahren bei den Zellhäuten höherer Pflanzen zu gewissen Resultaten führen könnte, glaube ich meine Beobachtungen in dieser für die allgemeine Botanik nicht unwichtigen Frage schon jetzt der Öffentlichkeit übergeben zu dürfen.

---

## Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren 1 und 2 sind in 680facher Vergrösserung mit einem achromatischen Trockensystem von Herrn Dr. DUNZINGER gezeichnet.

Fig. 1. Ein Teil der Schnittfläche einer quer durchgeschnittenen Zelle von *Cladophora* (*Aegagropila*) *Montagnei* var. *waianaeana* Nob. nach Behandlung mit SCHULTZE-Chromsäure, welche den Zellinhalt vollständig zerstört hatte. Diese Schnittfläche *s* hat sich unter dem Drucke des Deckglases fast horizontal gelegt, und man sieht links den Ansatz an die äussere Zellfläche *a*.

„ 2. Teil vom Seitenrande einer mit SCHULTZE-Chromsäure behandelten Zelle von *Cladophora hospita* (Mert.) Kütz. Das Membrangefüge hat sich in der Querrichtung gelockert. *a* äussere Seite, *i* innere Seite.

„ 3. Schematische Darstellung eines vollständig ausgebildeten Gelenkes von *Cladophora rupestris* (L.) Kütz. *o* Basalende der oberen Zelle mit postmortaler Faltenbildung und den als feine Querstreifung erscheinenden oberen Rändern *og* der Gelenklamellen. *u* Apikalende der unteren Zelle mit Kreuzstreifung; die Falten sind hier weggelassen. Seitlich die Durchschnitte der Gelenklamellen *g*. *a* Aussenschicht, *i* Innenschicht der Membran.

## II. F. Heydrich: Die systematische Stellung von Actinococcus Kütz.

Mit Tafel V.

Eingegangen am 16. Februar 1906.

Der Zweifel der Selbständigkeit, welcher dem Genus *Actinococcus* noch vor der Veröffentlichung von SCHMITZ „Die Gattung *Actinococcus*“[1]) anhaftete, ist wohl nach jeder Richtung durch diese Betrachtung gehoben. Es wurde hierdurch bewiesen, dass diese Pflanze keineswegs zur Wirtspflanze gehört, sondern ein selbständiges Individuum darstellt; nur über die Zugehörigkeit in eine der grösseren Unterabteilungen des Florideensystems ist man noch völlig im Unklaren.

Während nämlich 1852 J. AGARDH in seinen Spec. Gen. et Ord. Alg. II S. 488 *Actinococcus* zu den Squamariaceen stellte, wurde sie 1897 von SCHMITZ in ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien, unter die Gigartinaceen[2]) eingereiht, trotzdem Antheridien und Cystokarpien bis dahin unbekannt waren.

Jedenfalls war hier nur das Substrat die Ursache zur systematischen Stellung. Jetzt ist es mir, wenigstens bei *Actinococcus peltaeformis* Schmitz, gelungen, die Geschlechtsorgane aufzufinden und demgemäss diesem Genus eine sichere Stellung im System anzuweisen.

Von vornherein war es zu vermuten, dass durch den eigenartigen Bau des Ganzen und die Anordnung der Tetrasporangien auch die Geschlechtsorgane besondere Formen annehmen müssten.

Daher erstreckten sich die Untersuchungen auf sämtliche Exemplare von *Gymnogongrus norvegicus*, die mit *Actinococcus* behaftet waren. Aber ein jeder, der sich mit dieser eigentümlichen Alge jemals beschäftigt hat, weiss, dass fast ausschliesslich ungeschlechtliche Exemplare vorkommen. Es gehörte daher eine grössere Anzahl dazu, um zu einem Resultat zu gelangen. Dieses Verdienst gebührt Hrn. CRODEL[3]) in Marseille, welcher mir zu jeder Zeit trockenes und in Alkohol konserviertes Material zur Verfügung stellte.

---

1) Flora 1893.

2) Ebenso DARBISHIRE, *Actinococcus* and *Phyllophora* in Annals of Botany, 1899, Juni.

3) Ich erlaube mir daher auch an dieser Stelle Hrn. CRODEL meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Wie selten Geschlechtsexemplare vorkommen, bekundet der Umstand, dass nur zwei weibliche und drei männliche Exemplare gefunden wurden.

Um nun meine Betrachtung an das Bestehende sich anlehnen zu lassen, sei über die Anheftung und den Zellbau auf die SCHMITZ'-schen[1]) Ausführungen bei der Beschreibung von *Actinococcus roseus* (Suhr) Kütz. auf *Phyllophora Brodiaei* und *Actinococcus peltaeformis*[2]) hingewiesen.

Die Frage, ob die Alge durch Rhizoiden im Innern der Wirtspflanze weiterkriechend neue Individuen nach aussen bildet, muss man bejahen, denn es kamen z B. auf einem 1—2 *mm* grossen Stück eines Sprosses von *Gymnogongrus* 2—5 Polster vor. Hierbei lag das älteste mehr in der Mitte, die 2—3 jüngeren in verschiedenen Abständen von 2—300 $\mu$ entfernt. Solche Gruppen zeigen Rhizoidenverbindung. Die Besiedelung anderer Sprosslappen geschieht aber meist durch Keimpflanzen. Übrigens kann es vorkommen, dass Rhizoiden auf die entgegengesetzte Sprossfläche des *Gymnogongrus* wachsen und dort neue Polster bilden. Ein weiterer Umstand, dass durch Rhizoiden mehrere Polster veranlasst werden können, scheint mir darin zu liegen, dass 2—4 gleichalterige Polster dicht nebeneinander vorkommen. Eine direkte Beobachtung der Rhizoiden im Innern des *Gymnogongrus* von einem Polster zum andern hat seine Schwierigkeiten. Man kann aber ziemlich sicher annehmen, dass die meisten einzelstehenden Polster durch Sporenkeimung hervorgerufen werden, dagegen engstehende durch Rhizoiden.

## Die Tetrasporangien.

Das Wachstum, die Entwicklung und mithin die Form der Tetrasporangien ist eine ungewöhnlich verschiedene von anderen Florideen.

Zunächst kommen Ketten vor, deren einzelne Tetrasporangien länglich sind, mit dementsprechender Teilung. Viele bilden aber fast kugelförmige Tetrasporangien. Nehmen wir den Fall mit kürzeren Sporangien, so erkennen wir an einem günstig geführten Längsschnitt, vom Zentrum des Polsters beginnend, einen langen Zellfaden, dessen untere 10—12 Zellen oval und ohne Teilung sind; dann folgen 8—10 Tetrasporangien, den Abschluss aber bilden 1—3 viereckige oder längliche Zellen. Die letzte bildet die Terminalzelle, welche

1) SCHMITZ, *Actinococcus* S. 374, Taf. VII, Fig. 10.

2) KÜTZING, Phycol. gener. S. 412 handelt über *Pachycarpus dilatatus*, welche Alge nach SCHMITZ gleich mit *Gymnogongrus norvegicus* ist. Die Fig. 2 jener Arbeit zeigt einen sehr gut gezeichneten Durchschnitt, an dem man vorzüglich die Rhizoiden des Schmarotzers erkennen kann.

immer ungeteilt auftritt (Taf. V, Fig. 1, *d*). Sobald aber die Vegetation fortschreitet, trennt sich diese Zelle in zwei, und zwar nach oben in die nächste Terminalzelle (Fig. 1, *d*) und nach unten in den tetrasporischen Apparat, beide nunmehr durch eine neue Zellwand geschieden.

Wir haben in diesem Augenblick die in der Literatur erwähnten zwei hellen Endzellen. Kurz nach dem Auftreten der Wandbildung teilt sich die vorletzte (tetrasporische) Zelle in zwei, wovon die untere die karyoblastische, die obere aber die Protosporen- oder Tetrasporangien-Mutterzelle[1]) darstellt (Taf. V. Fig. 1, *a*, *b*). Im weiteren Verlauf verschwindet die karyoblastische Zelle (Fig. 1, *b*) gänzlich, um der Tetrasporangien-Mutterzelle (Fig. 1, *a* und *c*) Platz zu machen.

Bei dem andern obenerwähnten Faden mit den länglichen Zellen spielt sich dieser ganze Vorgang häufig in einer einzigen Zelle ab (Fig. 2), so dass die Einzelheiten nicht zu erkennen sind. Aber immerhin sorgt das Wachstum für die vegetative Verlängerung und gliedert gleichzeitig den tetrasporischen Apparat nach unten ab, wie dies Fig. 2 bei *b*, *c*, *d* erkennen lässt. Etwas ähnliches stellt die Fig. 3 dar, nur mit dem Unterschiede, dass in einer gemeinschaftlichen Zelle drei Apparate gleichzeitig solchen Teilungen unterliegen.

Eine eigentümliche Verteilung von Tetrasporangien und Cystokarpien, welche mir zu Gesicht kam, möchte ich hier noch erwähnen. Man vergleiche hierzu die Fig. 9 auf Taf. V, die zwar nicht aus jenem Thalluspolster stammt, wohl aber zum Verständnis beitragen kann. Hierbei muss ich in bezug auf die Vegetationsorgane ergänzend hinzufügen, dass jedes Thalluspolster meist in gewisse kürzere oder längere Abzweigungen auswächst, deren Basalzellen wagerecht über das Substrat ein Stück weiter wachsen, wie in Fig. 9 bei *a* angedeutet wurde.

Während nun für gewöhnlich geschlechtliche und ungeschlechtliche Pflanzen getrennt auftreten, enthielt hier ein kleiner Thalluslappen (bei *a*) regelmässige Tetrasporangienketten, der übrige grössere Teil aber einige schlecht entwickelte Cystokarpe (wie Fig. 13 und 16).

Man kann sich wohl nicht allzu sehr über diese Erscheinung wundern, weil bei den Florideen weibliche und Tetrasporenanlagen auf einem Individuum häufiger angetroffen werden; indessen bestätigt sich auch hierdurch aufs Neue die Annahme, dass zwischen Tetrasporangium und Cystokarp eine gewisse Homologie[2]) besteht.

---

1) Vergleiche HEYDRICH, Das Tetrasporangium der Florideen. Bibl. Bot. 1902, Heft 57.

2) FALKENBERG, Rhodomelaceen. S. 99, Fig. 6, *A*, *B*, *C*.

## Antheridien.

Auch hier war im voraus anzunehmen, dass, durch den engen Zellenschluss verursacht, die Spermatien mehr in den äusseren Schichten zu suchen seien. Bei dieser Gelegenheit möchte ich darauf aufmerksam machen, dass nicht ein einziges steriles Thalluspolster zur Beobachtung kam. Leicht lassen sich freilich männliche als steril ansehen.

Schon bei Erwähnung der Tetrasporangienfäden wurde hervorgehoben, dass die unteren Zellen immer vegetativ, also steril bleiben; man erkennt diese Zellen an ihrem körnigen Inhalt. Hier aber bei den männlichen Pflanzen stellt dieser Zellinhalt eine mehr homogene Masse dar, welche bis auf die beiden letzten Zeilen des Fadens unverändert auftritt. Ob übrigens dieser Zellinhalt eine einzige Chromatophorplatte darstellt, habe ich nicht mit Sicherheit feststellen können; fast ist es anzunehmen.

Der Inhalt der beiden Terminalzellen ändert sich nun merklich zu einem köpfchenförmigen Organ mit kurzer, schwanzartiger Verlängerung um. Das Köpfchen stellt unzweifelhaft das Spermatozoid dar, die Verlängerung das Chromatophor der nächsten vegetativen Zelle (Fig. 4—8). Mitunter tritt auch seitliche Spermatienbildung auf, wie aus der Fig. 8 ersichtlich.

Die Spermatienbildung erstreckt sich immer auf den grösseren Teil des Thallus, so dass gleichzeitig viele Spermatien austreten. Mitunter kommt es vor, dass ein kleiner, dicht aneinander stehender Komplex von Spermatien gleichzeitig entleert wurde, dann kann sich die Lücke in der Oberfläche nicht wieder schliessen, wodurch eine conceptakelähnliche, oben offene Vertiefung gebildet wird, die aber nur sterile Zellen enthält. Eine ganz ähnliche Erscheinung wie bei den dichtstehenden Cystokarpien.

Die Ursache, weshalb diese Organe schlecht zu erkennen sind, liegt in der verhältnismässigen Grösse gegenüber den vegetativen Zellen, denn im allgemeinen sind die männlichen Organe immer viel kleiner. Bei *Actinococcus* besitzen sie aber eine ungewöhnliche Grösse.

## Das weibliche Organ.

Wie vorher erwähnt war, ist mir die Auffindung von nur zwei *Gymnogongrus*-Sträusschen, die mit ungefähr 20 weiblichen *Actinococcus*-Polstern befallen waren, gelungen. Aber auch hier hätte ich diese Exemplare als steril beiseite gelegt, wenn nicht die enge Zellstellung für Erhaltung der Cystokarpien gesorgt hätte. Einige Schnitte zeigten in den mittleren Teilen des Polsters ganz zerstreut verdickte Zellkomplexe, wie sie Fig. 9 darstellt. Durchmustert man solche Schnitte an der Oberfläche unter starken Objektiven, so zeigen sich

besonders an den Seiten zarte, haarförmige Trichogyne, die hoch über die gemeinschaftliche Hüllmembran des *Actinococcus* hervorragen. Der untere Teil ist stark verdickt und sitzt auf einer kurzen Zelle sattelförmig auf (Fig. 10). Zur Beobachtung gelangten an 30 solcher Organe, so dass man wohl für ein Polster 200—300 solcher Anlagen annehmen kann. Neben solchen jungen erblickt man aber auch ältere, deren Trichogyne über der Hüllmembran abgebrochen sind; das Carpogonium sitzt dann auf einer grösseren, mit körnigem Inhalt ausgezeichneten Zelle (Fig. 11, *C*), von zwei Hüllästchen umgeben.

Wir haben es hier mit einem Prokarp zu tun, dessen Tragzelle gleichzeitig als Auxiliarzelle fungiert. (Fig. 11 *A* und Fig. 10 *A*).

Unmittelbar nach der Befruchtung teilt sich die Auxiliarzelle ein oder mehrere Male in zwei bis drei Sporen von zwei bis drei Hüllästchen umgeben (Taf. V, Fig. 12). Dann entweichen die Sporen, wie in Fig. 11 am Zellfaden links, dessen Sporen oben bei *a* auf der Kutikula liegen.

Nicht sämtliche Prokarpe werden auf gleicher Höhe angelegt, weshalb es kommen kann, dass die tieferen zwar zu Cystokarpien heranreifen, die Sporen aber nicht zum Austritt gelangen; daher findet man vielfach in den tieferen Thallusschichten reife Cystokarpien eingeschlossen, wie Fig. 9, deren Teilungen ganz unregelmässig eintreten, wie auf Fig. 13 und 16 dargestellt. Häufig wachsen die Hüllästchen wieder als sterile Zellfäden weiter, wie in Fig. 16. Alle diejenigen, welche unmittelbar unter der Kutikula angelegt werden, kommen zur Reife, wie in Fig. 14 und 15 dargestellt. Das normale Cystokarp wird daher auf der Spitze eines Zellfadens so angelegt, dass es nur ein oder zwei Zellen unter dem Kutikulahäutchen liegt. Die angedeutete kreuzförmige Teilung der Sporen der Figuren 14 und 15 stellt den ersten Keimungsprozess dar; es ist daher anzunehmen, dass dieser Vorgang vor dem Entweichen im weiblichen Organ selbst stattfindet. Von einer kreuzförmig geteilten Tetraspore kann selbstverständlich hier keine Rede sein.

Wie schon bei der Beschreibung der Spermatien erwähnt war, kommt es auch hier vor, dass sich mehrere Cystokarpien gleichzeitig und dicht nebeneinander bilden, wodurch eine conceptakelähnliche Vertiefung entsteht, die aber nur sterile längere oder kürzere Zellen enthält.

Zuletzt muss noch einer Umbildung der Hüllästchen gedacht werden, die bei ihrem häufigen Auftreten zu Irrtümern Veranlassung geben könnte. Sobald nämlich ein Prokarp nicht befruchtet wird, unterbleibt natürlicherweise die Weiterentwicklung der Auxiliarzelle, nicht aber die der Hüllästchen, welche ihrerseits fast immer an die nebenan liegenden Zellen anderer Fäden wagerecht heranwachsen und nun den Eindruck erwecken, als seien hier grosse sekun-

däre Tüpfelbildungen oder womöglich Kopulationserscheinungen eingetreten.

Fragt man sich aber nach den Ursachen, weshalb die weiblichen Organe so schlecht zu erkennen sind, dann gibt es nur einen Grund, und der besteht in dem farblosen Plasma. Alle Florideensporen sind bekanntlich mehr oder weniger von ihrer Umgebung durch die intensive Färbung leicht zu erkennen; dieses Zeichen fällt für *Actinococcus peltaeformis* vollkommen fort, weil sie dieselbe Farbe wie die vegetativen Zellen besitzen

## Systematik.

Die systematische Stellung, welche *Actinococcus* nach den obigen Ausführungen einzunehmen hat, ist ausserordentlich interessant. Die Systematik der Florideen wurde von SCHMITZ in erster Linie darauf begründet, dass bei der einen grossen Gruppe das Carpogonium direkt ohne Hilfszellen zum sporenerzeugenden Organ auswächst, die andere noch einer Auxiliarzelle bedarf, die dann ihrerseits auf den verschiedenen Wegen zur Sporenbildung schreitet. Zum ersten Teil gehören die Nemalionales, zur letzteren die Gigartinales, Rhodymeniales und Cryptonemiales.

Betrachten wir hieraufhin die Verhältnisse bei *Actinococcus*, so stellt sich uns zunächst klar vor Augen, dass hier ein Prokarp besteht, dessen Carpogonium nicht an der Sporenbildung teilnimmt, daher kann die Pflanze nicht zu den Nemalionales gerechnet werden. Infolgedessen müssen wir zur nächsten Gruppe der Gigartinales greifen; aber dort wird der Carpogonast oder besser Prokarpast ausser der Auxiliarzelle noch von zwei anderen Zellen gebildet, wie uns die Figuren 215, *A*, Seite 355; Fig. 220, *C D*, S. 363; Fig. 236, *D*, S. 405; Fig. 235, *I*, S. 402 und Fig. 242, *D E*, S. 424 bei SCHMITZ in ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien, zeigen. Diese alle fusionieren ihrerseits mit dem Carpogonium, und dann erst erzeugen sie die sporenbildenden Fäden oder entwickeln sich überhaupt weiter.

Nun besitzt zwar *Actinococcus* eine Auxiliarzelle, es fehlen aber jene beiden Zwischenzellen, die gerade ein ganz besonderes Merkmal jener Gruppen ausmachen. Deshalb muss hier zwischen Nemalionales und Gigartinales eine neue Gruppe, die Actinococcales, eingeschoben werden.

Zum Schluss möchte ich noch vergleichsweise auf die grosse Ähnlichkeit der Prokarpe von *Actinococcus* und *Eleutherospora*[1]) hinweisen. Bei beiden trägt die hypogyne Zelle das Carpogonium mit dem Trichogyn, bei beiden wird die hypogyne Zelle zur Auxiliarzelle

1) HEYDRICH, Die Lithothamnien von Helgoland in Wissensch. Meeresuntersuchungen. Helgoland 1900, S. 64, Taf. II, Fig. 8—10.

erhoben und erzeugt direkt Sporen. Nur stehen die Prokarpe des ersten Genus vereinzelt; sobald sie sich aber nähern, tritt eine ähnliche Höhlung auf, wodurch gerade die Corallinaceen vor allen anderen Florideengenera gekennzeichnet sind. Dieselben Vergleiche lassen sich bei *Stichospora*[1]) und *Perispermum*[1]) aufstellen.

---

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—16. *Actinococcus peltaeformis* Schmitz.

Fig. 1. Die obersten Zellen zweier Fäden mit Tetrasporangien. *a* stellt bei beiden Fäden die Protosporen- oder die spätere Tetrasporangien-Mutterzelle dar. *b* die karyoblastische Zelle, aus der die vorige Zelle *a* hervorgegangen ist. Beide Zellen *a* und *b* zusammen bilden den tetrasporangischen Apparat. *c* das reife Tetrasporangium. *d* Scheitelzelle. Der Strich darüber die gemeinschaftliche Cuticula. Vergr. 950.

„ 2. Dasselbe wie Fig. 1 nur mit dem Unterschied, dass die Scheitelzelle *d* und die karyoblastische Zelle *a* noch nicht in Teilung getreten sind. Vergr. 950.

„ 3. Ein tetrasporischer Zellfaden, an dem die Unterschiede der verschiedenen Zellwerte nicht deutlich zu erkennen sind. Die drei obersten Zellen befinden sich in einer gemeinschaftlichen Zellhülle, aus ihnen geht je ein Tetrasporangium hervor. Verg. 505.

„ 4. Fünf nebeneinander liegende Zellfäden aus einem männlichen Exemplar, In drei Fäden sind die Spermatien zu erkennen. Vergr. 950.

„ 5—8. Verschiedene Spermatien-Entwicklung. Fig. 6 drei nebeneinander. Vergr. 950.

„ 9. Schnitt durch ein Exemplar auf *Gymnogongrus* mit zerstreuten Cystokarpien, als Punkte bezeichnet, deren Sporen der tiefen Lage wegen nicht ausgetreten sind. Vergr. 95

„ 10. Einzelnes Prokarp. Auf der Auxiliarzelle *a* sitzt das Carpogonium *c* mit dem Trichogyn *Tr*, welches über die gemeinschaftliche Cuticula hervorragt. Vergr. 505.

„ 11. Zwei nebeneinander liegende Zellfäden mit Cystokarpien, deren Trichogyne über der Cuticula abgebrochen sind. Am Cystokarp links ist allem Anschein nach die Spore *a* ausgetreten, liegt bereits oben auf der Cuticula und beginnt zu keimen. Das rechts liegende Cystokarp ist noch nicht zur Reife gelangt, denn die Auxiliarzelle *A* sitzt noch unter dem Carpogonium *c* zwischen zwei einzelligen Hüllästchen. Vergr. 950.

„ 13. Einzelnes Cystokarp aus tieferen Schichten wie bei Fig. 9 angedeutet. Vergr. 580.

„ 14. 15. Isolierte normale Cystokarpien dicht unter der Oberfläche mit Hüllästchen und keimenden Sporen *a* noch innerhalb des weiblichen Organes. Vergr. 580.

„ 16. Wie Fig. 13. Ein Hüllästchen hat sich als vegetative Zellreihe ausgebildet. Vergr. 580.

---

1) HEYDRICH, Weiterer Ausbau des Corallineensystems. Ber. der Deutschen Botan Gesellsch. 1900, S. 316.

# 12. K. Miyake: Über die Spermatozoiden von Cycas revoluta[1]).

Mit Tafel VI.

Eingegangen am 17. Februar 1906.

Im Jahre 1896 hat Ikeno[2]) die Spermatozoiden bei *Cycas revoluta* entdeckt. Damals aber gelang es ihm nicht die Spermatozoiden im lebenden Zustande zu sehen, und er hat ausschliesslich nur fixierte Exemplare beobachtet und beschrieben. Seitdem ist, was diese merkwürdigen Spermatozoiden anbelangt, unsere Kenntnis nach keiner Richtung hin gefördert worden. Deshalb beabsichtigte ich schon lange eine Reise nach dem südlichen Teile von Japan, der Heimat von *Cycas revoluta*, um dort die lebendigen Spermatozoiden zu untersuchen. Es konnte dieselbe erst im September dieses Jahres angetreten werden. Zuerst bin ich nach Kagoshima (31° 35′ N.) in der Provinz Satsuma in Kiushiu gefahren, und weil es dort für die für die Spermatozoidenbeobachtung befindlichen *Cycas* etwas zu früh war, fuhr ich weiter südlich nach Oshima (28°—28° 30′ N.), der nördlichsten Insel der Riukiu-Gruppe. Obgleich die Befruchtungszeit von *Cycas* dort schon beinahe vorbei war, glückte es mir dennoch in den Samenanlagen eines weiblichen Baumes mehrere lebendige Spermatozoiden zu beobachten[3]). Ich untersuchte nun weiter an etwa fünfzig Exemplare, und da ich kein einziges Spermatozoid mehr finden konnte, kehrte ich wieder nach Kagoshima zurück. Während meines zweiwöchentlichen Aufenthaltes in Kagoshima nun habe ich mehrere hundert lebendige Spermatozoiden beobachtet.

Die reifen Spermatozoiden findet man in Kagoschima und seiner Umgebung von Anfang bis Mitte Oktober. Am 11. Oktober habe ich Kagoshima verlassen, und weil damals die verschiedenen dort befindlichen *Cycas*-Exemplare noch vor der Befruchtungszeit waren, habe ich mehrere hundert Samenanlagen nach Kyoto mitgenommen und dort in meinem Laboratorium weiter untersucht. In verhältnismässig kühlem Raume habe ich dann zehn Tage lang mehrere Spermatozoiden in lebhafter Bewegung beobachtet.

Die Spermatozoiden von *Cycas* haben die Form einer an einem

---

1) Die japanische Mitteilung findet man in The Botanical Magazine, Tokyo. Vol. XIX, Okt. 1905.

2) Die Spermatozoiden von *Cycas revoluta*. (Japanisch.) Bot. Mag., Tokyo. Vol. X. Nov. 1896. — Vorläufige Mitteilung über die Spermatozoiden bei *Cycas revoluta*. Bot. Centralbl. Bd. LXIX, 1897.

3) Es war am 22. September 1905.

Pole mehr oder weniger eiförmig zugespitzten Kugel (Fig. 5—9). Sie gleichen sehr denen von *Zamia* und sind nur ein wenig kleiner. An einem Pole des Spermatozoidenkörpers, welcher der Kopf genannt wird, findet man ein Spiralband, an welchen viele Cilien entspringen. Das Spiralband, welches ganz in Cytoplasma eingebettet ist, umrollt ungefähr die Hälfte des Körpers, und die Zahl der Windungen, so weit ich konstatieren konnte, beträgt zwischen $5^1/_2$ und 6 (Fig. 8 bis 12). Die Zahl $5^3/_4$ habe ich am häufigsten getroffen. Ob diese Zahl immer konstant bleibt oder variiert, je nach dem Individuum, konnte ich nicht feststellen (Fig. 12). Nach IKENO[1]) beschreibt dieses Band bei *Cycas* fast 5 Windungen, und WEBBER[2]) gibt die Zahl für *Zamia* als 5 bis 6 an. Die Windungen, von oben gesehen und von der Spitze ausgehend, verlaufen von rechts nach links, d. h. umgekehrt wie der Uhrzeiger (Fig. 10). Die Grösse der Spermatozoiden variiert mehr oder weniger bei verschiedenen Individuen. Nach den Messungen an über hundert Spermatozoiden habe ich gefunden, dass der Durchmesser der Spermatozoiden zwischen 180 $\mu$ und 210 $\mu$ variiert. Sie sind etwas grösser als die Angabe IKENO's[3]), nach welchem sie 160 $\mu$ lang und 70 $\mu$ breit sind. Den Unterschied könnte man vielleicht dadurch erklären, dass die Messung von IKENO an durch Fixierung mehr oder weniger zusammengezogenen und an noch nicht voneinander getrennten Spermatozoiden gemacht wurden. Nach WEBBER[4]) sind die Spermatozoiden von *Zamia* 222 $\mu$ bis 332 $\mu$ lang und 222 bis 306 $\mu$ breit. Ich selbst habe vor drei Jahren in Amerika Gelegenheit gehabt mehrere Dutzend *Zamia*-Spermatozoiden im lebenden Zustande zu untersuchen, und obgleich ich damals die Grösse der lebenden Spermatozoiden nicht gemessen habe, so habe ich nach der Messung der fixierten Spermatozoiden in meinen Präparaten gefunden, dass sie den Durchmesser von 210 bis 250 $\mu$ besitzen. Also die Spermatozoiden von *Cycas* sind etwas kleiner als die von *Zamia*.

Die *Cycas*-Spermatozoiden enthalten grosse Kerne. Der Kern ist beinahe kugelig und sein Durchmesser beträgt 140 bis 170 $\mu$ (Fig. 11). Er ist nicht immer leicht im lebenden Zustande zu erkennen. Wenn die Spermatozoiden ihre Bewegung eingestellt haben und nach und nach zu Grunde gehen, kommt oft die Kontour des Kernes deutlich zum Vorscheine, und in den toten Spermatozoiden kann man den Kern, welcher jetzt dunklere Farbe angenommen hat,

1) Untersuchung über die Entwicklung der Geschlechtsorgane und der Vorgang der Befruchtung bei *Cycas revoluta*. Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Vol. XII, 1898, p. 182. (Dieselbe Arbeit wurde in den „Jahrb. für wiss. Bot. Bd. XXXII, 1898" veröffentlicht.)

2) Spermatogenesis and Fecondation of *Zamia*. Bulletin No. 2 Bureau of Plant Industry; U. S. Dept. Agr. 1901 p. 50.

3) l. c., S. 185.

4) l. c., S. 56.

immer deutlich unterscheiden. Der von Ikeno[1]) beschriebene Schwanz ist nicht vorhanden, und habe ich bei mehreren hundert von mir beobachteten Spermatozoiden keinen einzigen Fall gesehen, wo dieselben Schwänze getragen hätten.

Je zwei Spermatozoiden findet man in jedem Pollenschlauche und zwar am proximalen Ende desselben. Vor ihrer Bewegung bilden die zwei Spermatozoiden eine Kugel, welche mit dem sogenannten Doppelzylinder[2]) in Verbindung stehen. Jedes Spermatozoid ist also halbkugelig mit dem Kopf nach der Aussenseite gerichtet (Fig. 1). Nach Ikeno[3]) sind die beiden Spermatozoiden ganz nackt, und dasselbe will Webber[4]) auch bei *Zamia* gesehen haben. Dagegen sind sie bei *Ginkgo* mit einer festen gemeinsamen Membran umhüllt, wie Fujii[5]) und ich[6]) schon festgestellt haben.

Ich habe auch bei *Cycas* eine sehr dünne Membran um die zwei Spermatozoiden gesehen, doch konnte ich nicht mit Sicherheit feststellen, ob diese Membran den Spermatozoiden angehört oder etwa nur der Hautschicht des im Pollenschlauche befindlichen Protoplasmas zuzurechnen ist.

Das distale Ende des Pollenschlauches ist fein verzweigt und dringt in das Nucellusgewebe wie eine Wurzel ein (Fig. 6). Kurz vor der Befruchtung verlängert sich das proximale Ende des Schlauches, und man findet um die Befruchtungszeit den Schlauch an dünnem Nucellusgewebe in der Archegonialhöhle[7]) aufgehängt. Die Länge des an dem Nucellusdache herabhängenden Pollenschlauches ist gewöhnlich 1—$1^1/_2$ *mm*, und man kann den Schlauch mit unbewaffneten Augen als winziges Tröpfchen erkennen. Mit der Lupe konnte man die Form und Gestalt des Schlauches deutlich erkennen, und kann man gleichzeitig die am proximalen Ende des Schlauches befindlichen Spermatozoiden als weisse Punkte wahrnehmen. Die Zahl der Pollenschläuche in einer Samenanlage variiert zwischen 1 bis über 20. Ich habe einmal in einer Samenanlage 24 Pollenschläuche beobachtet. Die Zahl 5—10 scheint am häufigsten vorzukommen.

Um die Spermatozoiden zu untersuchen, legt man ein Stück vom Nucellusgewebe mit Pollenschläuchen in Zuckerlösung auf den Ob-

---

1) l. c., S. 185.

2) Hirase, Étude sur la fécondation et l'embryogénie du *Ginkgo biloba*. (Second Mémoire). Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Vol. XII, 1898, p. 109.

3) l. c, S. 178 ff.

4) l. c., S. 51 ff.

5) On the Morphology of the Spermatozoid of *Ginkyo biloba*. (Japanisch). Bot. Mag., Tokyo. Vol. XIII. 1899.

6) On the Spermatozoid of *Ginkgo*. (Japanisch.) Bot. Mag., Tokyo, Vol. XII, 1898. — The Spermatozoid of *Ginkgo*. Journal of Applied Microscopy, Vol. V, 1902.

7) Cavité endospermique nach Warming, Endospermhöhle nach Ikeno (l. c., S. 191) und Archegonial chamber, nach Webber (l. c., S. 63).

jektträger und schneidet die Schläuche sorgfältig mit dem scharfen Messer von dem Nucellus ab. Die Beobachtung kann am besten in 10prozentiger Rohrzuckerlösung ohne Deckglas geschehen. Wenn die Spermatozoiden ganz reif sind, fangen sie bald an sich zu bewegen und trennen sich voneinander, um sich gleich im Pollenschlauche hin und her zu bewegen (Fig. 2—4). Ich habe oft beobachtet, dass die Spermatozoiden im Pollenschlauche eine bis drei Stunden ihre Bewegung fortsetzten. In einem Pollenschlauche habe ich zwei Spermatozoiden gesehen, die ihre Bewegung lebhaft 3 Stunden und 40 Minuten fortsetzten, dann wurde diese etwas langsamer, und eins von den beiden stellte nach einer weiteren Stunde seine Bewegung völlig ein, während das andere die langsame Bewegung noch weiter fortsetzte und erst nach 6 Stunden und 20 Minuten ganz bewegungslos wurde. Ich habe noch ein anderes Spermatozoid beobachtet, dessen Bewegung etwa $5^1/_2$ Stunde dauerte. Wie lange die aus dem Pollenschlauch herauskommenden Spermatozoiden in Zuckerlösung ihre Bewegung fortsetzen können, habe ich nicht festgestellt, weil ich sie meistens gleich zu verschiedenen Versuchen gebraucht habe. Ich habe jedoch solche Spermatozoiden wenigstens 20 Minuten in Bewegung beobachtet.

Während der Befruchtung sieht man die Spermatozoiden oft aus der Schnittstelle des Pollenschlauches herauskommen. Ich habe auch einigemal gesehen, dass die Spermatozoiden aus dem Proximalende des Schlauches plötzlich durch Explosion herauskommen. Die letztere Erscheinung ist wahrscheinlich dasjenige, was wirklich bei der Befruchtung stattfindet.

Die Vorwärtsbewegung der Spermatozoiden ist stets mit einer Rotation um die Hauptachse des Körpers, die von oben gesehen wie der Uhrzeiger geht, verbunden, und kann man sie wohl als Schraubenbewegung oder Helicoidalbewegung bezeichnen. Oft bewegen sich die Spermatozoiden in einer geraden Linie, und daher kann man die Geschwindigkeit sehr leicht feststellen. Ich habe verschiedene Male die Zeit gemessen, die ein Spermatozoid braucht, um das Gesichtsfeld des Mikroskopes zu durchwandern. Ich habe gefunden, dass die Spermatozoiden im günstigen Falle die Geschwindigkeit von 0,7 *mm* per Sekunde zeigten, d. h. sie bewegen sich in einer Sekunde drei und ein halbmal soviel vorwärts als ihre Körperlänge beträgt.

Ich habe auch einige Versuche über die Chemotaxis der Spermatozoiden ausgeführt. Bei diesen Versuchen kam die bekannte PFEFFER'sche Kapillarmethode zur Anwendung. Die Durchmesser der benutzten Glaskapillaren waren etwa 250—300 $\mu$. Die an einem Ende zugeschmolzene und mit Versuchslösung gefüllte Kapillare wurde in die Zuckerlösung hineingeschoben, um dieses offene Ende nahe an die in der Lösung schwimmenden Spermatozoiden zu

bringen. Zuerst habe ich apfelsaures Natron in verschiedenen Konzentrationen, nämlich $^1/_{100}$, $^1/_{200}$, $^1/_{500}$, $^1/_{1000}$ Mol. Lösung angewendet, ohne eine bemerkenswerte Wirkung zu konstatieren. Bei $^1/_{100}$, $^1/_{500}$ Mol. Lösungen von Apfelsäure zeigten die Spermatozoiden auch keine Reaktion. Die $^1/_{100}$, $^1/_{200}$ Mol. Lösungen von maleïnsaurem Natrium, $^1/_{200}$ Mol. Lösung von fumarsaurem Calcium und $^1/_{100}$ Mol. Lösung von weinsaurem Natrium waren auch wirkungslos geblieben. Die zwei Alkalisalze, nämlich Kaliumchlorid und Calciumchlorid in $^1/_{20}$ Mol. Lösungen ergaben auch keine Reaktion. Zuletzt habe ich zwei Alkaloidsalze, nämlich schwefelsaures Atropin und salzsaures Chinin, je in $^1/_{100}$ Mol. Lösung angewendet, aber auch ohne Erfolg.

Die neuen Ergebnisse über die Untersuchungen von fossilen Cycadofiliceen (Pteridospermeen) haben die Verwandtschaft zwischen Farnen und Cycadeen deutlich gezeigt.[1]) Andererseits erkennt man aus den neuen Untersuchungen über die Chemotaxis von Pteridophytenspermatozoiden, dass die Apfelsäuresalze nicht nur für die Spermatozoiden echter Farne, sondern auch für die von *Salvinia*[2]), *Isoëtes*[3]) und *Equisetum*[4]) spezifische Reizmittel sind. Deshalb denkt man auch in diesem Falle unwillkürlich an Apfelsäuresalze als spezifische Reizmittel. Aus den negativen Resultaten aber, welche ich erhalten habe, lässt sich nichts Bestimmtes schliessen, weil meine Versuche noch mangelhaft sind, weswegen wir noch weiterer Untersuchungen bedürfen.

Gerade in der Befruchtungszeit findet man oft die Archegoniumhöhle mit Flüssigkeit gefüllt. IKENO[5]) hat die Vermutung ausgesprochen, dass dieser Saft grossenteils aus dem weiblichen Organe herstammt. Dagegen meint WEBBER[6]), dass er hauptsächlich aus dem Pollenschlauch herstamme. Nach meiner Beobachtung kann ich nur der Meinung von WEBBER zustimmen, und zwar deswegen. Dieser Saft zeigt deutliche Säurereaktion auf Lakmuspapier, und ebenso starke Säurereaktion findet man auch im Inhalt des Pollenschlauches. Der Inhalt des Archegoniums zeigt aber Alkalireaktion auf dem Lakmuspapier. Ich habe auch gefunden, dass, wenn dieser

1) Vergl. z. B. OLIVER and SCOTT, On the Structure of the Palaeozoic seed *Lagenostoma Lomaxi*, with a statement of the Evidence upon which it is referred to *Lyginodendron*. Phil. Trans. Roy. Soc. London. Ser. B, Vol. 197, 1904.

2) SHIBATA, Studien über die Chemotaxis der *Salvinia*-Spermatozoiden. Bot. Mag., Tokyo, Vol. XIX, 1905.

3) SHIBATA, Studien über die Chemotaxis der *Isoëtes*-Spermatozoiden. Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XLI, 1905.

4) SHIBATA, Über die Chemotaxis der Spermatozoiden von *Equisetum*. Bot. Mag., Vol. XIX, 1905. LIDFORSS, Über die Chemotaxis der *Equisetum*-Spermatozoiden. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XXIII, 1905.

5) l. c. S. 191.

6) l. c. S. 64.

Saft vorhanden ist, die sämtlichen Pollenschläuche oder wenigstens der grosse Teil derselben leer ist, und deshalb kann ich der Angabe IKENO's, der die Fälle angetroffen haben will, in denen bei intakten Pollenschläuchen eine Menge Saft schon in der Archegoniumhöhle vorhanden ist, nicht beistehen. Wenn auch dieser Saft grossenteils aus Archegonien herstammte, würde es nicht sehr wahrscheinlich sein, dass in diesem Safte schwimmende Spermatozoiden durch die Archegonien angelockt werden, weil die Untersuchungen von PFEFFER[1]), SHIBATA[2]) u. a. gezeigt haben, dass bei der chemotaktischen Empfindlichkeit der Pteridophytenspermatozoiden das WEBER'sche Gesetz auch seine Gültigkeit bewährt, d. h., wenn in der Aussenflüssigkeit der Reizstoff schon vorhanden wäre, müsste die Anlockungslösung vielfach stärker sein, um die Spermatozoiden anziehen zu können[3]).

Dashisha College, Kyoto.

### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Zwei Spermatozoiden auf dem „Doppelzylinder" sitzend, am proximalen Ende des Pollenschlauches. Vergr 66.
„ 2. Dieselben. Anfang der Bewegung. Vergr. 66.
„ 3. Trennung der Spermatozoiden voneinander und von dem „Doppelzylinder", welcher jetzt zerrissen ist. Vergr. 66.
„ 4—7. Die freie Bewegung der Spermatozoiden im Pollenschlauch. Vergr. 66.
„ 8—9. Zwei Seitenansichten der Spermatozoiden. Vergr. 120.
„ 10. Spermatozoid von oben gesehen. Vergr. 120.
„ 11. Spermatozoid im optischen Schnitte. Vergr. 120.
„ 12. Spiralband von unten gesehen. Vergr. 120.

## 13. G. Tischler: Über die Entwicklung der Sexualorgane bei einem sterilen Bryonia-Bastard.

Mit Tafel VII.

Eingegangen am 17. Februar 1906.

Während eines Aufenthaltes in Leipzig im August vorigen Jahres bot sich mir durch die Liebenswürdigkeit von Herrn Prof. CORRENS eine Gelegenheit dar, dessen seit Jahren gepflegte Hybridenkulturen in Augenschein zu nehmen. Mein Führer machte mich dabei nament-

1) Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Unters. aus dem Bot. Inst. Tübingen. Bd. I, 1884; Bd. II, 1888.

2) l. c.

3) Am Schlusse dieser Arbeit möchte ich nicht versäumen, den beiden Herren Dr. K. SHIBATA und Prof. S. IKEDA für ihre freundlichen Unterstützungen meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

lich auf einen *Bryonia*-Bastard aufmerksam, der auch in der Tat ein besonderes Interesse verdient: denn er ist absolut steril. Zwar trägt er massenhaft kleine rote Beeren, doch sind diese völlig taub[1]). Im Jahre 1900 war er durch die Bestäubung sorgfältig geschützter Blüten der ♀ *Bryonia alba* mit dem Pollen eines ♂ Individuums der *Bryonia dioica* hergestellt.

Könnte man bei meinem vor kurzem beschriebenen[2]), gleichfalls sterilen *Ribes*-Bastard mir eventuell noch den Einwurf machen, die Sterilität sei hier mitbedingt durch den Einfluss einer langen Kultur, so müsste man einen derartigen Gedanken bei diesem *Bryonia*-Hybriden sicher fallen lassen. Es scheint mir an der Zeit zu sein, dass sich das cytologische Interesse gerade auf solche Hybriden zu lenken beginnt, die synthetisch hergestellt sind und deren experimentelles Verhalten man ebenso wie das ihrer Eltern kennt. In dieser Richtung liegt auch die neueste Arbeit von R. GREGORY[3]) über einige sterile Rassen von *Lathyrus odoratus*, für die das Material von den BATESON-schen Kulturen stammte.

Herrn Prof. CORRENS möchte ich an dieser Stelle noch herzlich für die Freundlichkeit danken, mit der er mir eine genügende Anzahl von Knospen des *Bryonia*-Bastardes zur Verfügung stellte. Sie wurden von mir unmittelbar nach dem Abpflücken im Leipziger botanischen Institute, nach Evakuation der Luft aus den Geweben vermittels einer Luftpumpe, in FLEMMING'scher Lösung fixiert und dann später in üblicher Weise mit Alkohol, Chloroform und Paraffin behandelt. Geschnitten und gefärbt habe ich genau so, wie es in meiner Arbeit über die *Ribes*-Hybriden angegeben ist[4]). Auch hier erwies sich die Kombination: HEIDENHAIN's Hämatoxylin nach dem „Kieler Verfahren" und Nachfärben mit Säurefuchsin als eine sehr geeignete.

Gehen wir gleich zur Betrachtung der Pollenmutterzellen unseres Bastardes über, so sehen wir, dass der ruhende Kern eine schöne wabige Struktur zeigt; die chromatinhaltigen Lamellen schliessen dabei farblose Kammern von verschiedener Grösse ein (Fig. 1). Wo sich zwei Wabenwände schneiden, aber auch allenthalben in den

1) C. CORRENS, Weitere Beiträge zur Kenntnis der dominierenden Merkmale und der Mosaikbildung der Bastarde. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. 21, 1903, S. 195, 196. Hier wird auch auf die theoretische Bedeutung gerade dieses Bastardes hingewiesen. — Siehe ferner: CORRENS, Weitere Untersuchungen über die Gynodiöcie. Ebenda, Bd. 23, 1905, S. 462/463.

2) G. TISCHLER, Über die Entwicklung des Pollens und der Tapetenzellen bei *Ribes*-Hybriden. PRINGSHEIM's Jahrb., Bd. 42, 1906, S. 545—578, Taf. XV.

3) R. P. GREGORY, The abortive development of the pollen in certain Sweet-peas (*Lathyrus odoratus*). Proc. of the Cambridge Phil. Society, vol. 13, 1905, S. 148—157, pl. I und II.

4) l. c., S. 548/549.

Wänden selbst, liegen kleinere oder grössere, stärker färbbare Körnchen, und es ist mir nicht zweifelhaft, dass auch hier schon sich Unterschiede zwischen Chromatin und Linin bemerkbar machen. In ganz normaler Weise folgt die fädige Differenzierung der Chromatinlininanteile und die Synapsis. Als Zwischenstadium sieht man oft (Fig. 2) eine Ansammlung von Körnchen an bestimmten Punkten, die Ähnlichkeit mit den OVERTON'schen Prochromosomen[1]) aufweisen. Sie sind aber, so weit ich sah, wechselnd an Zahl und Grösse, und ich vermag nicht anzugeben, ob schliesslich jedes Mal genau alles Chromatin in diesen Punkten aufgeht. Auch muss ich noch erwähnen, dass ich fast immer im ruhenden Kern 1—2 kleine, sich nur ganz blass färbende runde Gebilde neben dem Nukleolus bemerkte (*k*). Sie waren stets bedeutend schwächer tingiert als das Chromatin oder der Nukleolus. — Die Synapsis, die in keiner Weise von den sonstigen Beschreibungen abweicht, ist in Fig. 3 dargestellt. Man sieht hier das Zusammenknäueln auf einer Seite des Kernes sowie stellenweise das Verschmelzen von zwei Körnchenreihen zu einer. Ob eine derartige Fusion überall vorkommt, lässt sich nicht sicher entscheiden, doch bezweifle ich es keineswegs. Auch die Bildung der bivalenten Chromosomen geht normal vor sich (Fig. 4). Ich vermochte dabei an einigen günstigen Zellen mit Sicherheit die Zahl 12 zu konstatieren. Bei dem gezeichneten Schnitt will ich noch bemerken, dass ich fünf aufeinander folgende optische Ebenen in eine projiziert habe, und zwar lagen in Ebene I: Chromosom 1, 2, in Ebene II: 1, 3, 4, 5 (schwach), in Ebene III: 5, 6, 7, in Ebene IV: 8, 9, 10, endlich in Ebene V: 11, 12. Die Längsspaltung für die zweite Teilung ist schon hier in der Diakinese gut wahrzunehmen. So kommen Vierergruppen-ähnliche Bilder zustande, und nicht selten sieht man die vier freien Enden auch nach aussen etwas gekrümmt. Häufig lagen die Chromosomen leider so dicht, dass sie sich gegenseitig stossen und ihre Zahl nicht mit Sicherheit anzugeben war.

Die Spindelbildung beginnt extranuklear, bald wird aber die Kernhöhle von Fasern durchzogen und die Kernwand aufgelöst. Von nun an machen sich stets zahlreiche, schwächer oder stärker färbbare Körnchen im Plasma bemerkbar. Der Nukleolus und die ein oder zwei schwach sich tingierenden Körper zu seiner Seite sind dafür verschwunden.

Während soweit der Verlauf der Pollenentwicklung ein durchaus normaler war und in diesen frühen Stadien keinerlei Unregelmässigkeiten von mir wahrgenommen wurden, wird dies jetzt gleich

1) J. B. OVERTON: Über Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Dikotylen PRINGSHEIM's Jahrb., Bd. 42, 1905, S. 121—153; speziell für die Frage der „Prochromosomen“, S. 123—130.

bei der heterotypen Spindel wesentlich anders[1]), denn die Chromosomen werden in diese ganz unregelmässig eingeordnet und selten nur bildet sich eine gleichmässige Äquatorialplatte; Bilder wie Fig. 5 finden sich ungemein häufig. Dementsprechend werden in den Telophasen auch nur in einer Minderzahl von Fällen sämtliche Chromosomen in die Tochterkerne einbezogen, in allen übrigen ist das nicht der Fall, und dafür formen sich die zurückgelassenen zu kleinen Kernen für sich um. In Fig. 6 liegt z. B. ein solcher „überschüssiger" Nukleus an der Spindel. Des beschränkten Raumes wegen konnte ich keine weiteren Bilder von diesem Stadium geben: sie sehen oft merkwürdig genug aus, bieten aber prinzipiell keine neuen Gesichtspunkte. Ich sah u. a. Fälle, wo offenbar einige einzelne Chromosomen, je eines für sich, sich zu kleineren Kernen entwickelt hatten. Sie konnten entweder mitten in der Spindel oder angehängt an einem der Tochterkerne liegen; selbst jenseits der „Pole" orientierte kamen vor. Ein anderes Mal waren überhaupt normal aussehende Tochterkerne nicht zustande gekommen, immer waren ein oder zwei Chromosomen getrennt für sich alveolisiert und zu kleinen tropfenförmigen Kernen geworden. Wenn einzelne Chromosomen noch in der Mitte zusammengehangen hatten, während die übrigen bereits an den Polen angelangt waren und die Alveolisierung hatte eingesetzt, waren „Pseudoamitosen" entstanden. Wieder andere Bilder zeigten nur die Kerne an den einander gegenüberliegenden Seiten in einen stark zugespitzten Zipfel ausgezogen, das Ruhestadium war also etwas später als bei den „Pseudoamitosen erreicht".

Auf diese Weise werden die meisten der restituierten Kerne eine ungleiche Chromosomenzahl haben; daneben aber, wie ich wiederholen will, waren viele Mitosen auch regulär zu Ende geführt, und hier ist somit die Normalzahl der Chromatinelemente zu finden.

Es müsste von grosser Wichtigkeit für uns sein, die Bedingungen genau zu kennen, durch die überhaupt eine so abweichende Alveolisierung der Chromosomen veranlasst wird. Wir vermögen zur Zeit nicht einzusehen, warum diese nicht immer erst dann erfolgt, wenn alle Chromosomen in die beiden Tochterkerne einbezogen sind.

Zwar wissen wir, dass durch gewisse äussere Einflüsse, z. B. Abkühlung, Ätherisierung[2]) oder Radiumbestrahlung[3]) solche Abnormi-

1) Es verdient vielleicht auch noch die Tatsache Erwähnung, dass die allerverschiedensten Teilungsstadien gleichzeitig in derselben Anthere beobachtet wurden. So konnten selbst noch Kerne der Pollenmutterzelle gefunden werden, die sich erst zur I. Mitose anschickten, während andere schon beide Tetradenteilungen vollendet hatten.

2) VAL. HÄCKER, Bastardierung und Geschlechtszellenbildung. Ein kritisches Referat. Zool. Jahrb. Suppl. 7. Festschr. für WEISMANN, 1904, S. 218 ff.

3) M. KÖRNICKE, Über die Wirkung von Röntgen und Radiumstrahlen auf pflanzliche Gewebe und Zellen. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 23. 1905. S. 411/12.

täten erzielt werden, aber diese Daten vermögen hier nichts zur Erklärung beizutragen.

Jedenfalls müssen wir betonen, dass eine solche Abrundung einzelner Chromosomen zu kleinen Kernen in Fällen angegeben wurde, bei denen von einem Einfluss etwaiger Hybridität nicht die Rede sein kann, wie z. B. in dem von STRASBURGER[1]) entdeckten und von JUEL[2]) genauer beschriebenen Fall bei *Hemerocallis fulva*. Hier haben wir eine völlige Übereinstimmung mit unseren Funden bei *Bryonia*. Dagegen war bei dieser Pflanze irgend ein Anzeichen von „Unverträglichkeit" zweier getrennter Kernsubstanzen verschiedener Eltern, oder selbst eine Trennung von zwei Partien verschieden geformter Chromosomen niemals zu entdecken, ebensowenig wie z. B. bei *Ribes Gordonianum* oder *Cytisus Adami*.

Bei dem Eintritt der Tochterkerne in die homöotype Mitose hatten sich, soweit ich konstatierte, alle Chromosomen, auch die, welche einen Kern für sich gebildet hatten, wieder „verdichtet". Fig. 7 gibt uns ein Bild hierfür. Wir sehen hier ausser den beiden Spindeln noch eine Reihe von Chromosomen im Plasma ohne reguläre Anordnung. Ganz dasselbe ist wieder von JUEL bei der nichthybriden *Hemerocallis* bemerkt worden.

Während der Ausbildung der einzelnen Pollenkörner müssen sich natürlich diese eben geschilderten Unregelmässigkeiten bemerkbar machen. Aber nur relativ selten bleibt mehr als ein Kern in der Zelle bestehen, die übrigen Nuclei bezw. Chromosomen degenerieren.

Wir finden dann anfangs noch Körnchenhaufen von den zerfallenden Chromatinelementen, die in gewissem Sinne der Chromidialsubstanz ähnlich sehen; später sind auch diese verschwunden[3]).

Überzählige Pollenkörner werden nur relativ selten beobachtet.

Da, wie wir ausführten, die Chromosomenzahlen in den Kernen nicht gleich, letztere selbst daher von sehr verschiedener Grösse sind, so hoffte ich hier eventuell ein günstiges Beispiel für jene festen Beziehungen zwischen Kern und zugehöriger Plasmamenge zu

1) E. STRASBURGER, Über den Teilungsvorgang der Zellkerne und das Verhältnis der Kernteilung zur Zellteilung. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. 21. 1882. S. 496 ff.

2) H. O. JUEL, Die Kernteilungen in den Pollenmutterzellen von *Hemerocallis fulva* und die bei denselben auftretenden Unregelmässigkeiten. PRINGSH. Jahrb. Bd. 30, 1897, S. 205—226. — S. a. COULTER u. CHAMBERLAIN, Morphology of Angiosperms. New York u. London. 1903. S. 126.

3) O. ROSENBERG (Über die Tetradenteilung eines *Drosera*-Bastardes. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 22. 1904. S. 49) hat das Gleiche bei den PMZ von *Drosera rotundifolia* und *longifolia* nachgewiesen.

konstatieren, die von R. HERTWIG als „Kernplasmarelation"[1]) bezeichnet werden. Und in der Tat zeigte eine oberflächliche Betrachtung, dass sehr häufig zu den grösseren Kernen auch grössere Plasmapartien gehörten, als zu den kleineren.

Indessen machten mir exakte Messungen zur Gewissheit, dass hier das gewünschte Gesetz allgemein leider nicht abzuleiten war. Ich habe zahlreiche Zellen und Kerne gemessen, aber die mannigfaltigsten Beziehungen zu einander traten dabei zutage. Nur bei annähernd gleicher Grösse sämtlicher Pollenkörner einer Tetrade, also da, wo ein ganz normaler Verlauf der Teilung stattgefunden hatte, waren auch deren Kerne ungefähr von gleichem Umfang. Trotzdem dies Resultat nicht das zunächst erwartete war, dürfte es vielleicht von Wert sein, ein Beispiel genauer anzuführen. Dabei werden wir auch in die Lage versetzt, die Grösse der vorhandenen Fehlerquellen bei der Berechnung ungefähr beurteilen zu können. Zuvor seien nur noch einige Worte über die Art und Weise der Messung gesagt.

Es handelte sich nämlich darum, Oberflächen und Volumina von Kernen und Zellen zu bestimmen. Waren diese annähernd kugelförmig, so konnte man einfach den Durchmesser ($2r$) nehmen und erhielt nach den Formeln $4\pi r^2$ und $\frac{4}{3}\pi r^3$ die gewünschten Verhältniszahlen, d. h. es war nur nötig, bei der Vergleichung zweier Oberflächen untereinander die gemessenen Zahlen ins Quadrat, bei der zweier Volumina sie in die dritte Potenz zu erheben. Nun sind aber in den meisten Fällen die Kerne und Zellen keine Kugeln sondern Ellipsoide. Mehr als zwei aufeinander senkrecht stehende Achsen liessen sich aber nicht messen. Ich verfuhr nun einfach so, dass ich nach Möglichkeit den grössten und kleinsten Durchmesser nahm und als dritte Achse das arithmetische Mittel von diesen. Hierin liegt also die Hauptfehlerquelle. Sodann waren häufig die Konturen des Kernes von einem Ellipsoid schon ziemlich abweichend, und die einzelnen Unregelmässigkeiten in der Oberflächengestaltung konnte ich nicht weiter berücksichtigen.

In dem Beispiel, das ich näher anführen will, liegen von den vier Tetradenzellen drei in einer Schnittebene, eine grosse und zwei

1) Siehe die Zusammenfassung von O. HERTWIG, Allgemeine Biologie. Jena 1906. S. 257—260. Hier finden wir auch die Angabe, dass für das Pflanzenreich erst ein einziger streng beweisender Fall in den GERASSIMOW'schen Funden bei *Spirogyra* vorliegt. — Es wäre noch daran zu erinnern, dass schon vor Jahren J. VON SACHS (Flora 1892) und E. STRASBURGER (Histol. Beitr. Heft 5, 1893) solche Beziehungen als überaus wahrscheinlich statuierten. S. auch noch dazu STRASBURGER, Typische und allotypische Kernteilung. Ergebnisse und Erörterungen. PRINGSH. Jahrb. Bd. 41. 1905. S. 48—50.

sehr kleine; letztere mit gleich grossen Kernen, die aber offenbar eine gegen die Norm viel zu geringe Chromatinmenge enthielten. Nenne ich die Durchmesser der Zellen $Z_1$, $Z_2$, $Z_3$, die entsprechenden der Kerne $K_1$, $K_2$, $K_3$, so waren

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $Z_1 = 0{,}01625$ | und | 0,01375 *mm* | $K_1 = 0{,}0075$ | und | 0,00688 | *mm* |
| $Z_2 = 0{,}00563$ | „ | 0,0075 „ | $K_2 = 0{,}0025$ | „ | 0,0025 | „ |
| $Z_3 = 0{,}005$ | „ | 0,00625 „ | $K_3 = 0{,}0025$ | „ | 0,0025 | „ |

Es verhielten sich somit:

| | | | |
|---|---|---|---|
| die gegenseitigen | Zellvolumina | zu einander wie | 19,05 : 1,58 : 1 |
| „ „ | Zelloberflächen | „ „ „ | 7,15 : 1,35 : 1 |
| „ „ | Kernvolumina | „ „ „ | 23,74 : 1 : 1 |
| „ „ | Kernoberflächen | „ „ „ | 8,25 : 1 : 1 |

Daraus dürfte die starke Grössendifferenz zwischen den drei Zellen und ihren Kernen klar hervorgehen.

Ich verglich nun die zu einander gehörigen Zell- und Kernvolumina: Dies ergab die Relationen:

| | |
|---|---|
| für Zelle I . . . . | 9,16 : 1 |
| „ „ II . . . . | 17,73 : 1 |
| „ „ III . . . . | 11,26 : 1 |

Desgleichen verfuhr ich für die Zell- und Kernoberflächen und erhielt

| | |
|---|---|
| für Zelle I . . . . | 4,33 : 1 |
| „ „ II . . . . | 6,76 : 1 |
| „ „ III . . . . | 5 : 1 |

Das gewählte Beispiel zeigt einmal, besonders wenn wir die so verschieden grossen Zellen I und III vergleichen, dass bei der Bildung der Zellen sich, wenn ich so sagen darf, die „Tendenz" einer Kernplasmarelation noch deutlich bemerkbar gemacht hat. Aber die mit gleich grossen Kernen versehenen Zellen II und III differieren doch so beträchtlich, dass die Differenz sicher ausserhalb der Fehlergrenzen liegt.

Nach BOVERI[1]) ist aber, wenigstens bei den untersuchten Seeigel-Larven, die Grösse der Kernoberfläche, an der die Chromosomen hier meist lagen, direkt proportional dem Zellvolumen oder zwischen $4\pi r^2$ und $\frac{4}{3}\pi\varrho^3$ bezw. bei unserm Falle $4\pi a b$ und $\frac{4}{3}\pi a_1 b_1 c_1$ (wobei a und b die halben gemessenen Durchmesser des Kernes, $a_1$ $b_1$ desgl. die der Zelle, $c_1$ der berechnete Halbmesser der Zelle sind. Dann müsste $3\,a\,b : a_1\,b_1\,c_1$ in einem konstanten Verhältnis

1) TH. BOVERI, Zellen-Studien. Heft 5. Über die Abhängigkeit der Kerngrösse und Zellenzahl der Seeigel-Larven von der Chromosomenzahl der Ausgangszellen. Jena 1905. S. 1–80.

stehen, was für unsere Zelle I die „Konstante“ 92,4 : 1, für Zelle II die von 135,4 : 1, für Zelle III die von 213 : 1 gäbe.

Wie schon nach den obigen Angaben zu erwarten war, würden also die Ungleichheiten gegen vorher noch vergrössert.

Wir wollen es uns versagen, noch weitere Beispiele hier anzuführen. Um das prinzipiell Wichtige zu erkennen, genügt dieser eine Fall. Nur auf das Folgende sei noch hingewiesen: Eine etwaige Unmöglichkeit, das Verhältnis zwischen Zell- und Kerngrösse nach der Norm zu regulieren, wenn es aus irgendwelchen Gründen ungleich geworden ist, trägt vielleicht dazu bei, die Weiterentwicklung der Pollenkörner zu verhindern. Aus den schönen Untersuchungen von GERASSIMOW[1]), BOVERI[2]) und DRIESCH[3]) ersehen wir doch zur Genüge, wie bei einer anormalen Menge von Plasma, falls ein ferneres Wachstum der Zellen überhaupt stattfindet, sehr bald durch Regulationen mannigfacher Natur das gestörte Normalverhältnis zwischen Plasma und Kern einigermassen wieder hergestellt ist. Hier in unserem Falle werden mit der Weiterentwicklung die Differenzen aber immer grösser.

Nachdem die Pollenkörner ihre Tetradenanordnung verloren und annähernd die definitive Grösse erreicht haben, erscheinen nur wenige noch völlig normal mit einem Plasmainhalt, der das ganze Zellumen ausfüllt, und einem Kern, der reguläre Chromatinanordnung zeigt. Diese dürften wohl auch allein noch auskeimen, wenngleich, wie Herr Prof. CORRENS mir angab, noch nicht entsprechende Versuche angestellt sind. Bei den meisten war die Plasmamenge ungenügend und der Kern irgendwie affiziert. So ist in der Zelle, die in Fig. 8 dargestellt ist, eine grosse Vakuole im Plasma vorhanden, der Kern ausser einigen geringen Resten unregelmässiger Brocken von Chromatinsubstanz ganz inhaltsleer geworden und der Nukleolus verhältnismässig gross mit einer Vakuole im Innern. In anderen Fällen hatte der Kern eine amöboide Gestalt, während die Nukleolen noch mehr angeschwollen waren. Wieder andere Male war umgekehrt der Kern ganz geschrumpft und lag an eine Wand gedrückt.

Es mögen noch einmal die genaueren Masse für drei Zellen

---

1) J. GERASSIMOW, Über den Einfluss des Kernes auf das Wachstum der Zelle. Bull. Soc. Imp. Natural. de Moscou 1901, S. 185—220. — Derselbe: Die Abhängigkeit der Grösse der Zelle von der Menge ihrer Kernmasse. Zeitschrift für allg. Physiologie, Bd. I. 1902, S. 220—258. — Derselbe: Über die Grösse des Zellkerns. Beih. z. bot. Centralbl., Bd. 18, Abt. I, 1904, S. 45—118.

2) TH. BOVERI, namentlich l. c., S. 1—80.

3) H. DRIESCH, Zur Cytologie parthenogenetischer Larven von *Strongylocentrotus*. ROUX's Archiv, Bd. 19, 1905, S. 648—657. — Derselbe: Über das Mesenchym von unharmonisch zusammengesetzten Keimen der Echiniden. Ibid., S. 658—679.

folgen, wobei nur bemerkt sei, dass das Wachstum, insbesondere der Membranstruktur, hier noch nicht ganz vollendet war. Ältere Stadien hatte ich aber leider nicht mehr in meinem Material. (Jedesmal wurden wieder die zwei am meisten voneinander abweichenden Durchmesser genommen.)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| I. Zelle: Gesamtdiameter . . . . . . . . | 0,02875 | und | 0,0275 | *mm* |
| davon Durchmesser durch den Plasmainhalt | 0,025 | „ | 0,025 | „ |
| „ „ „ „ Kern . . . | 0,01 | „ | 0,01 | „ |
| II Zelle: Gesamtdiameter . . . . . . . | 0,025 | „ | 0,0225 | „ |
| davon Durchmesser durch den Plasmainhalt | 0,01875 | „ | 0,01875 | „ |
| „ „ „ „ Kern . . . | 0,01375 | „ | 0,01125 | „ |
| III. Zelle: Gesamtdiameter . . . . . . . | 0,02625 | „ | 0,0225 | „ |
| davon Durchmesser durch den Plasmainhalt | 0,0225 | „ | 0,02125 | „ |
| „ „ einer vom Plasma umschlossenen Vakuole . . . . . . . | 0,0175 | „ | 0,0175 | „ |
| „ Durchmesser durch den Kern (der ganz flach gedrückt war) . . . . | 0,00375 | „ | 0,1125 | „ |

Die Grösse des Kerns, mit der der Plasmamenge verglichen, zeigt in allen drei Fällen, dass eine irgendwie „konstante“ Kernplasmarelation hier absolut nicht mehr zu erkennen ist.

Als grösste Zelle wurde eine mit den Durchmessern von 0,03125 und 0,0275 *mm*, als kleinste eine mit den entsprechenden Diametern von 0,01 und 0,00875 *mm* gemessen, ohne dass ich sagen will, dass diese Masse als Grenzzahlen zu betrachten seien.

Wir glaubten oben in der Unmöglichkeit einer Regulierung der Kernplasma-Beziehungen (ohne dass wir aber die Gründe hierfür kennen!) einen Faktor sehen zu dürfen, der ein weiteres gesundes Wachstum der Zelle verhindert. Von grossem Interesse war es mir daher, in einer Arbeit von PROWAZEK[1]) ganz allgemein betont zu finden, dass in einer ganzen Reihe von Krankheitsfällen in den einzelnen Zellen durch den abnorm gewordenen Stoffaustausch ein Missverhältnis sich in unserm Sinne bemerkbar macht. Häufig wird zunächst eine Kernvergrösserung einsetzen (wie bei unserer Zelle II), später dann unter Faltung des Nukleus, ein Degenerationsprozess (wie bei unserer Zelle III, bei der der Kern noch dazu stark geschrumpft war). Einmal hatte Verfasser das Glück eine höchst eigenartige Kernregulation an einer durch die *Plasmodiophora* beeinflussten Zelle zu beobachten: „in dem hypertrophen Kern sonderte sich ein Nukleusteil samt etwas Chromatin, und bildete innerhalb des Kerns einen kleinen, fast normalen Kern.“ Dieser Fall zeigt doch wohl,

1) S. PROWAZEK, Über den Erreger der Kohlhernie *Plasmodiophora brassicae* Woronin und die Einschlüsse in den Carcinomzellen. Arbeiten aus dem Kais. Gesundheitsamte. Bd. 22. 1905. S. 405/406.

dass, wenn es dem Kern noch irgendwie möglich ist, eine Regulation einsetzt.

Wenn wir nach diesen Erörterungen die Schilderung der Pollenentwicklung bei unserem *Bryonia*-Hybriden verlassen können, so bleibt uns doch noch übrig, unsere Hauptergebnisse mit denen von GREGORY bei *Lathyrus* zu vergleichen. Abgesehen davon, dass dort bei einigen Rassen die Sterilität viel weiter gegangen ist als in unserem Falle, herrscht in der Tat eine ziemlich grosse Übereinstimmung. Gemeinsam sind folgende Ergebnisse:

1. Auch wenn der Pollen Unregelmässigkeiten in der Kernteilung aufweist, können die Vorstadien (Spirem, Synapsis) noch absolut normale sein. Bei mir zeigte sich dies Verhalten immer, bei GREGORY in vielen Fällen. Wenn also eine frühe Bindung zwischen ♂ und ♀ Chromatinanteilen stattfindet, so kann diese noch ganz nach der Regel verlaufen.

2. Sehr häufig finden sich Abweichungen von der Norm in der Verteilung der Chromosomen an der heterotypen Spindel. Am Chromatin brauchen dabei keine Degenerationserscheinungen aufzutreten.

3. Die fertigen Pollenkörner sind sehr häufig (bei GREGORY fast immer) degeneriert und von sehr ungleicher Grösse. —

Dagegen kann ich für einen vierten, von GREGORY bei *Lathyrus* angeführten Punkt, die Verkoppelung der Sterilität mit einem vegetativen Merkmal, zwar bei *Bryonia* keine Angaben machen, doch dürfen wir uns wohl hier daran erinnern, dass bei der sterilen *Ribes Gordonianum* mit der Sterilität ein Luxuriieren der vegetativen Teile verbunden war[1]). Somit dürfte auch diese GREGORY'sche Angabe an uns Bekanntes anknüpfen.

Es bliebe noch eine Gegenüberstellung von *Bryonia* mit den von JUEL[2]) beschriebenen *Syringa*-Hybriden vorzunehmen. Hiervon weichen nun unsere Funde erheblich ab, wie aus der ausdrücklichen Versicherung des Verfassers hervorgeht, dass die Unregelmässigkeiten bei der Tetradenteilung von *Syringa* andere als die von *Hemerocallis* sind, z. B. Durchschnürung des Kernes der Pollenmutterzellen im Spirem, Unterbleiben einer normalen Diakinese, Ausstossen bestimmter Chromatinmengen ins Plasma (Entmischung der Geschlechter?). Aber auch hier „scheint (S. 643) die Abnormität weit mehr an der achromatischen als an der chromatischen Substanz zu liegen". Und die Frage wäre noch zu entscheiden, ob der eine Elter, die nichthybride *Syringa persica*, sich nicht genau wie *Syr. chinensis* verhält.

Das Merkwürdigste bei allen drei Hybriden ist wohl darin zu

---

1) G. TISCHLER. l. c., S. 559 ff.

2) H. O. JUEL, Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung II. Die Tetradenteilung bei einer hybriden Pflanze. PRINGSHEIM's Jahrb. Bd. 35. 1900. S. 638/649.

sehen, dass die Störungen der Norm sich so stark im Protoplasma bemerkbar machen. Ob dies aber primär bei den Hybriden verändert ist oder erst sekundär durch eine uns nicht sichtbar werdende Schädigung des Chromatins krankhaft geworden, lässt sich nicht entscheiden. —

Wir wenden uns nunmehr zur Betrachtung der Embryosackentwicklung und wollen hier gleich zu Anfang betonen, dass wir für gewöhnlich nur eine einzige Archesporzelle haben; nur in einem Falle wurden zwei nebeneinander liegende gesehen.

Die Bilder des ruhenden Kernes (Fig. 9), sowie die Prophasen der heterotypen Teilung sind genau wie die entsprechenden bei den Pollenmutterzellen, insbesondere habe ich die Synapsis (Fig. 10) in einer grossen Menge von Beispielen studieren können. Auch hier lagen immer jene vorhin erwähnten zwei oder einen blassgefärbten runden Körper (k) neben dem Nukleolus. Nach den Teilungen waren sie verschwunden.

Zu einer Zeit, in der noch der Kern der Embryosackmutterzelle sich im Synapsisstadium befindet, kann nun bereits die ganze Zelle absterben. Der Anfang der Degeneration zeigt sich stets im Plasma, das sich von der Wand zurückzieht, stärker als normal Farbstoffe speichert und schliesslich fast gleichmässig dunkelgefärbt erscheint (Fig. 11), wie dies bei degenerierten Zellen nun schon so oft abgebildet ist. In unserer Figur sieht man noch gut den Kern durch das dichte Plasma hindurchschimmern.

Dies Verhalten ist aber durchaus nicht die Regel, denn in sehr zahlreichen Fällen erfolgt nämlich noch eine Tetradenteilung. Eine Diakinese habe ich zwar leider nie beobachtet, doch zweifle ich im Hinblick auf die Verhältnisse beim Pollen nicht, dass sie normal verläuft. Die einzelnen Phasen der allotypen Mitosen waren wegen ihrer relativen Seltenheit in den Präparaten schwer aufzufinden. Doch hatte ich das Glück, zweimal eine heterotype Spindel zu beobachten.

Die kurz nach der Metakinese befindlichen Chromosomen zeigten wegen zu starker Tinktion des von den Spindelfasern eingeschlossenen Plasmas leider keine klare Begrenzung, doch vermag ich mit Sicherheit anzugeben, dass hier kein Chromatin ausserhalb der Spindel in irgend einer Form vorhanden war. Auch die Endstadien der ersten Teilung (Fig. 12) lassen erkennen, dass alle Chromosomen in die Tochterkerne einbezogen sind. — Die homöotype Mitose folgt, bevor die Nuklei ein Ruhestadium erreicht haben. Beide können sich gleichzeitig weiter teilen, doch sah ich in der oberen Zelle nie mehr eine Querwand ausgebildet. Zuvor tritt vielmehr eine Degeneration des ganzen Zellinhalts ein (Fig. 13). In Fig. 14 ist die oberste Zelle bereits ganz gleichmässig dunkel geworden: die beiden Kerne sehen kaum noch als dunklere Flecke aus dem Plasma hervor,

und auch die darunter befindliche Zelle ist degeneriert, nur dass der Kern hier noch etwas deutlicher erhalten geblieben ist.

Bis hierhin würde dies Verhalten somit ganz der Regel entsprechen; ein Wachstum der untersten Zelle findet aber nun nicht mehr statt. Das Plasma schrumpft vielmehr hier gleichfalls, wenn auch langsam, stets zusammen, eine weitere Kernteilung unterbleibt.

Diese Schrumpfung kann zu ganz verschiedenen Zeiten einsetzen, in Fig. 15 z. B. schon in einem Augenblick, da die Chromosomen sich noch nicht einmal in das ruhende Chromatinnetz alveolisiert haben. Einzelne wie Fetttropfen aussehende Gebilde (Fig. 14) waren schon vorher aufgetreten, und alles dies dürfte möglicher Weise bereits ein Anzeichen des gestörten Stoffwechsels sein. Das Stadium des ruhenden Kernes kann noch erreicht werden, dann aber wird das Chromatin körnig, der Kern chromatinärmer, der Nukleolus schwillt an und zeigt im Inneren 1—2 Vakuolen. Dabei können sich die Konturen des Nukleus allmählich verändern, indem er eine leicht amöboide Gestalt annimmt. Diese Degeneration entspricht also ganz der vorhin bei der Pollenentwicklung beschriebenen (Fig. 16).

Die Schrumpfung geht nun immer weiter, schliesslich sieht man die obliterierten Embryosäcke in der Mitte eines grossen Hohlraumes liegen; sie sind ohne deutliche Struktur und speichern intensiv Farbstoffe.

Dies Unvermögen einer Weiterentwicklung des Embryosackes ist für uns noch deshalb von besonderem Interesse, weil BITTER [1]) bei dem Vater unseres Bastards, bei *Bryonia dioica*, umgekehrt gerade eine gesteigerte Entwicklungsfähigkeit angegeben hat, die sich in Apogamie äussert.

Wir werden uns erinnern, dass auch andere Bastarde eine solche allgemeine Embryosackobliteration aufweisen; von ihnen wurden früher *Cytisus Adami* [2]), *Ribes Gordonianum und Syringa chinensis* [3]) näher untersucht.

Ich weiss nicht, ob vielleicht unser *Bryonia*-Bastard wie *Cytisus Adami* ausnahmsweise noch einen fertigen Embryosack entwickeln kann. Es wäre das prinzipiell aber unwesentlich und kann an der Tatsache nichts ändern, dass der Schrumpfungsprozess für gewöhnlich sehr früh einsetzt.

---

1) G. BITTER, Parthenogenesis und Variabilität der *Bryonia dioica*. Abh. Nat. Ver. Bremen. Bd. 18. 1904 S. 29 ff.

2) G. TISCHLER, Über eine merkwürdige Wachstumserscheinung in den Samenanlagen von *Cytisus Adami* Poir. Ber. der Deutschen Bot. Ges. Bd. 21. S. 82 bis 89. 1903.

3) G. TISCHLER, Über Embryosack-Obliteration bei Bastardpflanzen. Beih. z. bot. Centralbl. Bd. 15. 1903. S. 408—420.

Wir resumieren:

Die absolute Sterilität bei *Bryonia* hat wenigstens beim ♀ Geschlecht nichts mit der Tetradenbildung zu tun, und auch beim ♂ sind die abnormen Fälle, wie wir vorhin sahen, nicht den Hybriden eigentümlich Zudem sind hier die Verhältnisse im Plasma in erster Linie an den Unregelmässigkeiten schuld, ohne dass wir allerdings wissen, ob diese nicht vom Kerne her so beeinflusst sind. Daneben haben wir auch Fälle, wo die Pollenentwicklung ihren ganz normalen Gang geht.

Nehmen wir noch dazu, dass GREGORY bei seinem *Lathyrus* für das ♂ und ♀ Geschlecht gleichfalls starke Unterschiede sah: es wurde nämlich immer eine ganz normale Embryosackausbildung beobachtet, und dass hier die Sterilität selbst nur bei einer Rasse einer sonst gut fertilen Pflanze sich zeigt, beachten wir die von STRASBURGER[1]) gehegten, uns zur Vorsicht mahnenden Bedenken, so müssen wir sagen, das ganze Problem, weshalb Bastarde steril sind, wird leider viel komplizierter als wir dies zeitweise wohl erhofft hatten. Speziell für die von vornherein so hübsch einleuchtende Hypothese einer totalen oder partiellen Unverträglichheit der ♂ und ♀ Chromosomen bei ihrer gegenseitigen Bindung, haben sich weder uns noch GREGORY irgend welche Anhaltspunkte gegeben.

Ich neige immer mehr zu der Ansicht, dass vielleicht selbst bei dem ROSENBERG'schen Falle die Unmöglichkeit einer Bindung aller Chromosomen, so hochinteressant diese Beobachtung ist, gar nicht einmal das Ausschlaggebende für das Auftreten der Sterilität bedeutet, sondern dass auch hier das Plasma schon unterernährt oder sonst wie geschädigt sein könnte ROSENBERG selbst hat ja sogar gesehen, dass in seltenen Fällen ein ganz normaler befruchtungsfähiger Embryosack entstehen kann[2]).

Auch GREGORY meint, dass die Sterilität der Ausdruck von tiefer liegenden Phänomenen sei, die die Physiologie der ganzen Pflanze berühren.

Zum Schluss, und das möchte ich auch hier nochmals wie schon in meiner *Ribes*-Arbeit bemerken, sehe ich den besten Weg, die Ursachen der Sterilität bei Bastarden zu erforschen, in einem Zusammenarbeiten von Cytologie und gewissen Kulturversuchen im Sinne von KLEBS, indem wir uns nämlich an Pflanzen halten, die noch die „Potenzen“ besitzen, unter gewissen Umständen Geschlechtszellen zu entwickeln. Damit müssten wir aber mit der Möglichkeit rechnen, dass eine Aufklärung der Sterilitätsgründe gefunden wird, die nicht für die Bastarde allein zutrifft und besonders nicht mit

1) E. STRASBURGER, Typische und allotypische Kernteilung. Ergebnisse und Erörterungen. PRINGSHEIM's Jahrbüch. Bd. 42. 1905. S. 66 ff.

2) O. ROSENBERG, l. c, S. 50.

dem „Kampf der beiden getrennten Kernsubstanzen“, wenigstens nicht in der bisher diskutierten Art und Weise zusammenhängt. Ich will durchaus nicht sagen, dass dem so sein muss; aber es dürfte vielleicht, wenn wir einige allzu hoffnungsfreudige theoretische Ausführungen der letzten Zeit lesen, nicht überflüssig sein, auf eine solche Möglichkeit wenigstens hinzuweisen.

Heidelberg, Botanisches Institut der Universität.

---

## Erklärung der Abbildungen.

---

Sämtliche Figuren beziehen sich auf den Bastard *Bryonia alba* ♀ × *Bryonia dioica* ♂. Sie sind mit dem ABBE'schen Spiegelapparat bei einer Vergrösserung von 1600 (WINKEL $^1/_{20}$ Öl-Immers.) gezeichnet.

### Fig. 1—8. Pollenentwicklung.

Fig. 1. Ruhender Kern der Pollenmutterzelle mit alveolärem Bau. Über dem Nukleolus zwei schwach färbbare Körper (*k*).

„ 2. Die Chromatinkörnchen haben sich an bestimmten Stellen gesammelt, stellen vielleicht „Prochromosomen“ im Sinne OVERTON's vor.

„ 3. Synapsis.

„ 4. Stadium kurz nach dem Aufhören der Diakinese. Wir haben 12 bivalente Chromosomen. Die ersten Spindelfasern machen sich bemerkbar.

„ 5. Heterotype Spindel, die die sehr unregelmässige Verteilung der Chromosomen zeigt. Einige sind überhaupt nicht in erstere einbezogen, sondern liegen ausserhalb im Plasma.

„ 6. Aus einigen an der Spindel zurückgebliebenen Chromosomen hat sich ein kleiner überzähliger Kern gebildet.

„ 7. Zwei homöotype Spindeln; daneben frei im Plasma einige Chromosomen, von denen keins mehr alveolären Bau zeigt.

„ 8. Ausgewachsenes Pollenkorn mit zu geringer Plasmamenge, einer grossen Vakuole, einem chromatinarmen Kern und angeschwollenem Nukleolus. — (Die Einzelheiten der Membranstruktur sind nicht ausgezeichnet.)

### Fig. 9—16. Embryosackentwicklung.

Fig. 9. Ruhender Kern der Embryosackmutterzelle, entsprechend Fig. 1.

„ 10. Synapsis, ungefähr entsprechend Fig. 3.

„ 11. Embryosackmutterzelle in Degeneration. Der in Synapsis befindliche Kern schimmert durch das dichte und gleichmässig tingierte Plasma noch durch.

„ 12. Ende der ersten Teilung. Beide Tochterkerne weisen noch die getrennten Chromosomen auf. Einzelne stärker färbbare Körnchen an den Spindelfasern.

„ 13. Tetradenteilung beendet. Zwischen den oberen beiden Zellkernen hat sich keine Wand mehr ausgebildet. In der alleruntersten Zelle, dem eigentlichen Embryosack, einige fettähnliche Körper im Plasma.

„ 14. Nur noch die unterste der vier Zellen intakt, alle übrigen degeneriert.

„ 15. Querschnitt durch die unterste Zelle. Chromatin in dem Kern noch nicht in völligem Ruhezustande, trotzdem ist das Plasma schon stark geschrumpft.

„ 16. Querschnitt durch die unterste Zelle Schrumpfung des Plasmas noch geringer. Kern bereits chromatinarm, Nukleolus vergrössert mit einer Vakuole im Innern.

---

# 14. W. Palladin: Bildung der verschiedenen Atmungsenzyme in Abhängigkeit von dem Entwicklungsstadium der Pflanzen.

Mit Tafel VIII.

Eingegangen am 19. Februar 1906.

Meine letzte Arbeit[1]) zeigt, dass die von mir ausgearbeitete Abtötungsmethode durch niedrige Temperaturen bei der Untersuchung der Arbeit der Atmungsenzyme höherer Pflanzen äusserst wertvolle Resultate liefert. Die Eigentümlichkeit meiner Methode besteht darin, dass ich die erfrorenen Pflanzen unversehrt und nicht zerrieben in den Apparat bringe. Meine Versuche zeigen, dass nur unter dieser Bedingung eine grössere Menge Kohlensäure ausgeschieden wird, da jede Schädigung des anatomischen Baues und der zelligen Struktur der abgetöteten Pflanzen störend auf die Tätigkeit der Atmungsenzyme wirkt. Die Pflanzen wurden in dem V-förmigen Rohr bis zum vollkommenen Verschwinden der Kohlensäureausscheidung gelassen. In einer Reihe von Versuchen wurde ein Luftstrom durch den Apparat gezogen, in anderen Versuchen zuerst Wasserstoff verwendet, um zunächst die Kohlensäuremenge bei anaërober Atmung zu bestimmen. Nachdem dann die Ausscheidung von Kohlensäure aufgehört hatte, wurde der Wasserstoffstrom durch einen Luftstrom ersetzt, wonach meist von neuem eine starke Kohlensäureausscheidung infolge der Oxydationsprozesse begann, die dann ebenfalls allmählich aufhörte. Das Enzym der anaëroben Atmung bezeichnete ich in der vorhergehenden Arbeit mit dem Namen Karbonase. Das Enzym, welches nach Einführung von Sauerstoff den Beginn des Oxydationsprozesses bewirkt, will ich in vorliegender Arbeit vorläufig Oxydase nennen. Nach dem vollständigen Verschwinden der Kohlensäureausscheidung aus der Luft wurden die Pflanzen in einer Reibschale zerrieben, mit destilliertem Wasser übergossen und in einem ERLENMEYER'schen Kolben von 300 *ccm* Inhalt gebracht. Nach Hinzufügung einer 20 prozentigen Pyrogallollösung wurde der Kolben durch einen Kautschukpfropfen mit zwei gebogenen Glasröhren geschlossen und umgekehrt. Durch die eine Röhre wird Luft in den Kolben geleitet; die andere Röhre dient zum Austritt der Gase. Nach der Hinzufügung der Pyrogallollösung beginnt von neuem Kohlensäureausscheidung. Pyrogallol wurde von

1) W. PALLADIN, Diese Berichte 1905, S. 240.

BERTRAND[1]) und dann von CHODAT und BACH[2]) zum Nachweis und quantitativer Bestimmung der Oxydationsenzyme verwendet. Indem ich mich der Theorie von CHODAT und BACH anschliesse, vermute ich, dass die durch Pyrogallol angeregte Kohlensäureausscheidung, ein Resultat der gemeinsamen Tätigkeit der Oxygenasen (höhere Hydroperoxyde) und der Peroxydase ist. Infolgedessen schliesse ich auf Grund der hierbei ausgeschiedenen Kohlensäure auf die Quantität der in den Pflanzen enthaltenen Oxygenase. Das Aufhören der Ausscheidung von Kohlensäure nach einer gewissen Zeit weist auf das Verschwinden der Oxygenase hin. Hiernach wurde 3 prozentige Wasserstoffsuperoxydlösung in den Kolben gegossen, worauf wiederum eine starke Kohlensäureentwicklung erfolgte.

Da nun nach der Theorie von CHODAT und BACH ein Teil der Peroxydase bereits zu ihrer gemeinsamen Arbeit mit der Oxygenase verbraucht worden war, zeigt die nach der Hinzufügung von $H_2O_2$ ausgeschiedene Kohlensäure die Menge der übriggebliebenen Peroxydase an. Die Summe der sowohl nach Hinzufügung von Pyrogallol als auch von $H_2O_2$ ausgeschiedenen Kohlensäuremenge gibt nun eine Vorstellung von der in den untersuchten Pflanzen enthaltenen Peroxydase.

Die Bestimmung der ausgeschiedenen Kohlensäure wurde in allen Fällen mit Hülfe der PETTENKOFER'schen Röhren ausgeführt[3]).

Durch die V-förmige Röhre mit den erfrorenen Pflanzen wurde immer mit Toluoldämpfen gesättigte Luft gezogen, wodurch die Entwicklung von Bakterien vollkommen verhütet wurde.

## Versuch I.

Die etiolierten Blätter von *Vicia Faba* wurden in vier Portionen geteilt. Zwei Portionen wurden unmittelbar in den PETTENKOFER-schen Apparat gelegt. Die anderen zwei Portionen wurden während zweier Tage im Dunkelraum auf einer 10 prozentigen Saccharoselösung kultiviert und erst dann in den PETTENKOFER'schen Apparat gelegt. Temperatur 18°. (Vergl. Tabelle A und B auf nebenstehender Seite 99.)

Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Fig. 1 dargestellt.

Wir sehen, dass in Übereinstimmung mit meinen früheren[4]), auch von GODLEWSKI[5]) bestätigten Untersuchungen die Einführung von

---

1) BERTRAND, Annales de chim. et de phys 7. série, t. XII, 1897, S. 115.

2) CHODAT und BACH, Berichte der chem. Gesellsch. Bd. 36, 1903, S. 606. Archives des sciences physiques et naturelles. Genève, XVII, 1904, S. 477.

3) W. PFEFFER, Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen. I. Bd. 1885, S. 637.

4) W. PALLADIN, Revue générale de botanique. V, 1893, S. 449. VI, 1894, S. 201.

5) P. GODLEWSKI, Zur Kenntnis der intramolecularen Atmung der Pflanzen. (Anzeiger der Akad. der Wissensch. in Krakau. 1904, S. 115.)

**A. Ohne Zuckernahrung (Lebende Blätter).**

| Dauer des Versuchs | 1. Portion (3,8 *g*). Luftstrom | | | 2. Portion (4,2 *g*). Wasserstoffstrom | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Menge der $CO_2$ | | | Menge der $CO_2$ | | |
| Stunden | in Milligramm | auf 100 *g* | in 1 Stunde auf 100 *g* | in Milligramm | auf 100 *g* | in 1 Stunde auf 100 *g* |
| 3 | 7,6 | 200 | 66,6 | 3,6 | 86 | 28,7 |
| 3 | 4,8 | 126 | 42,0 | 2,0 | 48 | 16,0 |
| 15½ | 18,0 | 474 | 30,6 | 6,4 | 152 | 9,6 |
| | | | | | Luftstrom | |
| 2 | — | — | — | 4,4 | 105 | 52,5 |
| 2½ | — | — | — | 22,0 | 520 | 24,2 |

**B. Nach Zuckernahrung (Lebende Blätter).**

| Dauer des Versuchs | 3. Portion (3,6 *g*). Luftstrom | | | 4. Portion (3,7 *g*). Wasserstoffstrom | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Menge der $CO_2$ | | | Menge der $CO_2$ | | |
| Stunden | in Milligramm | auf 100 *g* | in 1 Stunde auf 100 *g* | in Milligramm | auf 100 *g* | in 1 Stunde auf 100 *g* |
| 3 | 14,8 | 411 | 137,0 | 5,2 | 140 | 46,6 |
| 3 | 14,8 | 411 | 137,0 | 4,0 | 119 | 39,7 |
| 17 | 50,0 | 1388 | 81,6 | 20,0 | 540 | 31,8 |
| 7½ | 22,8 | 633 | 84,4 | — | — | — |
| 4½ | — | — | — | 6,4 | 173 | 38,4 |
| | | | | | Luftstrom | |
| 3½ | — | — | — | 20,0 | 540 | 154,3 |

Zucker die Intensität der normalen wie auch der anaëroben Atmung stark erhöht. Ausserdem zeigt sich, dass nach längerem Verweilen der Blätter in einer Wasserstoffatmospähre die Kohlensäureerzeugung fast vollständig aufhört. Wird Wasserstoff wieder durch Luft ersetzt, so steigert sich nicht nur die Kohlensäureausscheidung, sondern sie übersteigt sogar bedeutend die normale Kohlensäurauscheidung in der Luft. Eine ähnliche zeitweilige, die Norm um mehrere Mal übersteigende Verstärkung der Atmung habe ich[1]) schon bei der Alge *Chlorothecium saccharophilum* beobachtet.

1) W. PALLADIN, Centralblatt für Bakteriologie, II. Abteilung, XI, 1903, S 146.

## Versuch II.

Etiolierte Blätter von *Vicia Faba* wurden in vier Portionen geteilt. Zwei Portionen wurden unmittelbar erfroren, die anderen zwei Portionen wurden während drei Tagen im Dunkelraum auf einer 10 prozentigen Saccharoselösung kultiviert und erst dann erfroren. Temperatur 19°.

**A. Ohne Zuckernahrung (Erfrorene Blätter).**

| Dauer des Versuches | 1. Portion (8,2 *g*) Luftstrom | | | 2. Portion (8,8 *g*) Wasserstoffstrom | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Menge der $CO_2$ | | | Menge der $CO_2$ | | |
| Stunden | in *mg* | auf 100 *g* | in 1 Stunde auf 100 *g* | in *mg* | auf 100 *g* | in 1 Stunde auf 100 *g* |
| 4 | 10,4 | 126 | 31 5 | 9 8 | 111 | 27,7 |
| 4 | 6,8 | 82 | 20,5 | 3,2 | 36 | 9,4 |
| 15 | 6,4 | 78 | 5,2 | 3,2 | 36 | 2,4 |
| | | | | | Luftstrom | |
| 25 | — | — | — | 14,8 | 168 | 6,7 |
| 15 | Spuren | — | — | 6,8 | 77 | 5,1 |
| | 23,6 | 286 | — | 37,8 | 428 | — |

Die erfrorenen Blätter werden an der Luft bald schwarz. In einer Wasserstoffatmosphäre behielten die Blätter hingegen während der ganzen Versuchsdauer ihr grelles Gelb und begannen erst nach der Einführung von Sauerstoff sich schnell zu schwärzen.

**B. Nach Zuckernahrung (Erfrorene Blätter).**

| Dauer des Versuches | 3. Portion (8,2 *g*) Luftstrom | | | 4. Portion (8,3 *g*) Wasserstoffstrom | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Menge der $CO_2$ | | | Menge der $CO_2$ | | |
| Stunden | in *mg* | auf 100 *g* | in 1 Stunde auf 100 *g* | in *mg* | auf 100 *g* | in 1 Stunde auf 100 *g* |
| 4 | 12,6 | 153 | 38,2 | 7,6 | 92 | 23,0 |
| 4 | 8,4 | 102 | 25,5 | 2,2 | 26 | 6,5 |
| 15 | 7,2 | 88 | 5,9 | 4,0 | 48 | 3,2 |
| | | | | | Luftstrom | |
| 3 | Spuren | — | — | 13,6 | 163 | 54,3 |
| 6 | — | — | — | 7,6 | 92 | 15,3 |
| 15 | — | — | — | 4,4 | 53 | 3,5 |
| 47 | 28,2 | 343 | — | 39,4 | 474 | — |

Die Resultate dieses zweiten Teiles des Versuches sind auf Fig. 2 dargestellt.

Auf Grund dieses Versuchs können wir folgende Schlüsse ziehen:

1. Wenn man nach dem Aufhören der Kohlensäureausscheidung in einer Wasserstoffatmosphäre Luft eintreten lässt, so beginnt von neuem eine starke Kohlensäurebildung. Die Summe der zuerst in Wasserstoff und dann an der Luft gebildeten Kohlensäure übersteigt beträchtlich die in parallelem Versuche an der Luft ausgeschiedene Kohlensäuremenge. Folglich wird durch die anaërobe Atmung das Material für die nachfolgenden Oxydationsprozesse vorbereitet.

2. Wider Erwarten scheiden die nach Zuckergabe abgetöteten etiolierten Blätter in einer Wasserstoffatmosphäre weniger Kohlensäure aus, als die nicht ernährten Blätter. Hieraus folgt, dass der in erfrorenen Blättern sich abspielende anaërobe Prozess der Kohlensäurebildung nichts mit der Alkoholgärung gemein hat. Diese Tatsache bietet einen neuen Stützpunkt für die Einführung einer besonderen Bezeichnung des Enzyms dieses anaëroben Prozesses der Karbonase. Ich will keineswegs die Möglichkeit der Alkoholbildung bei den höheren Pflanzen verneinen, glaube aber nur, dass sie eine Nebenrolle spielt und nicht als ein Fundamentalprozess bezeichnet werden kann.

3. Hingegen verstärkt die Einführung von Zucker die Oxydationsprozesse in erfrorenen Blättern.

## Versuch III.

Etiolierte Blätter von *Vicia Faba* wurden in zwei Portionen geteilt. Eine Portion wurde unmittelbar erfroren. Die andere Portion wurde während sechs Tage in diffusem Lichte auf 10 pCt. Saccharoselösung kultiviert und dann erfroren. Temperatur 18—19°. (Vergl. die Tabelle am Kopfe auf umstehender Seite 102.)

Die Ergebnisse dieses Versuchs sind in Fig. 3 dargestellt. Sie sind folgende:

1. Mit Zucker und Licht ernährte etiolierte Blätter scheiden nach Erfrieren im sauerstofffreien Raume bedeutend weniger Kohlensäure aus, als erfrorene nicht ernährte, oder mit Zucker allein ernährte Blätter.

2. Nahrung mit Zucker und Licht verursacht eine gesteigerte Bildung von Oxygenase und Peroxydase.

**Erfrorene Blätter.**

| Dauer des Versuchs Stunden | 1. Portion (12,4 *g*) Ohne Zuckernahrung — Menge der $CO_2$ in *mg* | auf 100 *g* | Dauer des Versuchs Stunden | 2. Portion (12,3 *g*) Nach Zucker- und Lichtnahrung — Menge der $CO_2$ in *mg* | auf 100 *g* |
|---|---|---|---|---|---|
| | Wasserstoffstrom | | | Wasserstoffstrom | |
| 25 | 12,4 | 100 | 23 | 7,6 | 62 |
| $2^1/_2$ | 0,0 | — | $2^1/_2$ | 0,0 | — |
| | Luftstrom | | | Luftstrom | |
| 44 | 17,6 | 142 | 51 | 25,6 | 208 |
| | Pyrogallol 20 *ccm* | | | Pyrogallol 40 *ccm* | |
| 48 | 63,2 | — | 48 | 86,8 | — |
| | Pyrogallol 10 *ccm* | | | Pyrogallol 10 *ccm* | |
| 24 | 17,2 | 648 | 21 | 23,6 | 896 |
| | $H_2O_2$ 20 *ccm* | | | $H_2O_2$ 20 *ccm* | |
| $4^1/_2$ | 22,8 | — | 2 | 37,2 | — |
| 20 | 13,6 | 293 | 25 | 17,6 | 445 |

## Versuch IV.

Weizenkeime[1]) werden während zwei Stunden in Wasser gehalten. Dann 20 *g* Weizenkeime in den PETTENKOFER'schen Apparat gelegt. Temperatur 19°.

**Lebende Weizenkeime.**

| Dauer des Versuchs | Menge der $CO_2$ in *mg* | in einer Stunde |
|---|---|---|
| | Luftstrom | |
| $1^1/_2$ Stunden . . . . . . . . . . . . . | 23,8 | 15,9 |
| | Wasserstoffstrom | |
| $^1/_2$ „ . . . . . . . . . . . . . | — | — |
| $1^1/_2$ „ . . . . . . . . . . . . . | 20,0 | 13,3 |

Also scheiden lebende Weizenkeime in einer Wasserstoffatmosphäre weniger Kohlensäure aus als in der Luft.

$$\frac{J}{N} = \frac{13,3}{15,9} = 0,8.$$

1) Zu beziehen bei MAGGI, Zürich, Stadtmühle.

## Versuch V.

Zwei Portionen je 10 *g* gequollener und dann erfrorener Weizenkeime. Temperatur 18°.

**Erfrorene Weizenkeime.**

| Dauer des Versuchs | 1. Luftstrom | | 2. Wasserstoffstrom | |
|---|---|---|---|---|
| | Menge der $CO_2$ | | Menge der $CO_2$ | |
| | in *mg* | in 1 Stunde | in *mg* | in 1 Stunde |
| 2 Stunden . . . . . . . . | 21,2 | 10,6 | 16,8 | 8,4 |
| 4 „ . . . . . . . . | 23,2 | 5,8 | 16,0 | 4,0 |
| 15 „ . . . . . . . . | 56,0 | 3,7 | 28,6 | 2,0 |
| 52 „ . . . . . . . . | 27,8 | 0,5 | 45,6 | 0,8 |
| 24 „ . . . . . . . . | Spuren | — | 14,8 | 0,6 |
| 97 Stunden . . . . . . . | 128,2 | — | 121,8 | — |

## Versuch VI.

Zwei Portionen je 15 *g* gequollener und dann erfrorener Weizenkeime. Temperatur 20—21°.

**Erfrorene Weizenkeime.**

| Dauer des Versuchs | 1. Luftstrom | | 2. Wasserstoffstrom | |
|---|---|---|---|---|
| | Menge der $CO_2$ | | Menge der $CO_2$ | |
| | in *mg* | in 1 Stunde | in *mg* | in 1 Stunde |
| 2 Stunden . . . . . . . . . | 17,6 | 8,8 | 22,6 | 11,3 |
| 2 „ . . . . . . . . . | 14,4 | 7,2 | 15,6 | 7,8 |
| 2 „ . . . . . . . . . | 14,0 | 7,0 | 12,8 | 6,4 |
| 3 „ . . . . . . . . . | 14,8 | 4,9 | 14,4 | 4,8 |
| 15 „ . . . . . . . . . | 38,4 | 2,6 | 40,4 | 2,7 |
| 9 „ . . . . . . . . . | 16,4 | 1,8 | 20,0 | 2,2 |
| 20 „ . . . . . . . . . | 15,2 | 0,8 | 19,6 | 1,0 |
| 19 „ . . . . . . . . . | 7,6 | 0,4 | 8,4 | 0,4 |
| 72 Stunden . . . . . . . . . | 138,4 | | 153,8 | |

Auf Grund der beiden letzten Versuche folgt, dass erfrorene Weizenkeime wie an der Luft, so auch in sauerstofffreiem Raume gleiche Kohlensäuremengen ausscheiden.

## Versuch VII.

Gequollene Weizenkeime wurden in zwei Portionen zu je 10 *g* geteilt. Eine Portion wurde erfroren. Beide Portionen wurden in einer Reibschale zerrieben und mit 40 *ccm* Pyrogallussäurelösung versetzt. Temperatur 18,5°.

| 1. Lebende Weizenkeime | | 2. Erfrorene Weizenkeime. | |
|---|---|---|---|
| Dauer des Versuches | Menge der $CO_2$ | Dauer des Versuches | Menge der $CO_2$ |
| 22 Stunden . . . . | 8,0<br>$H_2O_2$ 10 *ccm* | 23 Stunden . . . . | 8,0<br>$H_2O_2$ 10 *ccm* |
| 1 „ . . . . | 48,0 | 4 „ . . . . | 62,0<br>$H_2O_2$ 20 *ccm* |
| 22 „ . . . . | 44.4<br>$H_2O_2$ 20 *ccm* | 5 „ . . . . | 38,8<br>$H_2O_2$ 20 *ccm* |
| 8½ „ . . . . | 30,0<br>$H_2O_2$ 20 *ccm* | 39 „ . . . . | 41,6 |
| 39 „ . . . . | 22,0 | | |
| | 144,4 | | 142,4 |

Folglich sind die Weizenkeime sehr reich an Peroxydase, enthalten aber nur geringe Mengen von Oxygenase.

## Versuch VIII.

Im Wasser gequollene Weizenkeime wurden in drei Portionen geteilt. Die dritte Portion wurde erfroren.

| A. Lebende Weizenkeime. | | | | | B. Erfrorene Weizenkeime. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dauer des Versuchs | 1. Portion Menge der $CO_2$ | | 2. Portion Menge der $CO_2$ | | Dauer des Versuchs | 3. Portion Menge der $CO_2$ | |
| | in *mg* | mit 100 *g* | in *mg* | mit 100 *g* | | in *mg* | mit 100 *g* |
| | Luftstrom | | Wasserstoffstrom | | | Luftstrom | |
| 1½ Stund. | 13,6 | 9,1 | 11,2 | 7,5 | 3½ Stund. | 32,4 | 9,3 |
| 19 „ | | | 70,8 | 3,5 | 2½ „ | 21,2 | 8,5 |
| 1 „ | | | 2,5 | 2,5 | | | |
| | | | Luftstrom | | | | |
| 2 „ | | | 11,6 | 5,8 | | | |

Aus diesem Versuche folgt:

1. Man bemerkt keine gesteigerte Kohlensäureausscheidung von lebenden Weizenkeimen an der Luft nach langem Verweilen im

sauerstofffreien Raume. Diese Tatsache findet aller Wahrscheinlichkeit nach eine Erklärung im Mangel an Oxygenase.

2. Dieser Versuch zeigt ferner, wie stark die Atmungsenergie der durch niedrige Temperaturen abgetöteten Pflanzen ist. 10 *g* Weizenkeime schieden in einer Stunde folgende Mengen $CO_2$ aus:

| | |
|---|---|
| a) Lebende an der Luft . . . . . . . . . | 9,1 *mg* |
| b) Lebende in Wasserstoff . . . . . . . . | 7,5 „ |
| c) Erfrorene an der Luft . . . . . . . . | 9,3 „ |

Da nun erfrorene Weizenkeime wie an der Luft, so auch in Wasserstoff die gleichen Mengen $CO_2$ ausscheiden, so folgt hieraus, dass erfrorene Keime in den ersten Stunden in einer Wasserstoffatmosphäre beträchtlich mehr $CO_2$ ausscheiden als lebende Keime. Hieraus folgt, dass die Tätigkeit der Atmungsenzyme im lebenden Organismus durch die Anforderungen des Organismus reguliert werden. Diese Regulierung hört mit dem Tode der Pflanze auf, und deshalb beginnen die Atmungsenzyme in den ersten Stunden nach dem Tode stärker zu arbeiten als beim Leben.

### Versuch IX.

Am 13. November wurden 38 *g* der Blätter von *Plectogyne japonica* erfroren. Temperatur 17,5°.

| | Wasserstoffstrom |
|---|---|
| 24 Stunden . . . . . . . . . . | 16,4 *mg* $CO_2$ |
| $24^1/_2$ „ . . . . . . . . . . | Spuren |
| | Luftstrom |
| 48 „ . . . . . . . . . . | 6,4 *mg* $CO_2$ |

Die Resultate aller beschriebenen Versuche lassen sich in folgender, auf S. 106 wiedergegebener Tabelle zusammenstellen.

Zur grösseren Übersichtlichkeit sind auf Fig. 3 die Gesamtmengen der $CO_2$ in Milligramm dargestellt, die durch die Arbeit der Karbonase (*H*), der Oxydase (*O*), der Oxygenase nach Pyrogallolzusatz (*PS*) und endlich des Restes der durch die Oxygenase nicht verbrauchten Peroxydase ($H_2O_2$) nach Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd in erfrorenen Weizenkeimen (*a*), in etiolierten Bohnenblättern (*b*) und mit Zucker und Licht ernährten etiolierten Bohnenblättern (*c*) ausgeschieden werden.

Aus allen Versuchen ist ersichtlich, dass das Überwiegen des einen oder anderen Atmungsenzyms in Abhängigkeit von dem Entwicklungsstadium der Pflanze steht:

1. Die anaërobe Atmung herrscht in den embryonalen Organen vor und sinkt mit dem Übergang zum Stadium des aktiven Lebens. Es ist am schwächsten in Organen, die ihr Wachstum eingestellt haben.

**Arbeit der verschiedenen Atmungsenzyme.**
(Gesamtmenge der ausgeschiedenen Kohlensäure in Milligramm auf 100 *g* der Pflanzensubstanz.)

| Pflanzen | Wasserstoff. a | Luft. b | Pyrogallol. c | Pyrogallol + $H_2O_2$ d | Summe von c + d Peroxydase e |
|---|---|---|---|---|---|
| Weizenkeime (Versuch VI) | 1025 | 0 | — | — | — |
| „ (Versuch V) | 1282 | 0 | — | — | — |
| „ (Versuch VII) | — | — | 80 | 1424 | 1504 |
| Etiolierte Blätter (Versuch II) | 183 | 245 | — | — | — |
| „ „ (Versuch III) | 100 | 142 | 648 | 293 | 941 |
| „ „ nach Zuckernahrung (Versuch II) | 166 | 308 | — | — | — |
| Etiolierte Blätter nach Zucker- und Lichtnahrung (Versuch III) | 62 | 208 | 896 | 445 | 1341 |
| *Plectogyne japonica* | 45 | 18 | — | — | — |

Dieser Schluss stimmt mit der Tatsache überein, dass nur die niederen Pflanzen, die gewissermassen ihr ganzes Leben im embryonalen Stadium bleiben, zu einer mehr oder weniger anaëroben Lebensweise befähigt sind.

2. Die Oxydase fehlt fast vollkommen in den embryonalen Organen. Sie tritt mit dem Übergange zum aktiven Leben auf, und ihre Menge vermindert sich in den Organen, die ihren Wuchs eingestellt haben.

3. Das Verhältnis der Kohlensäure der anaëroben Atmung zu der Kohlensäure der Sauerstoffatmung $\left(\frac{J}{N}\right)$ ist in den untersuchten erfrorenen Pflanzen folgende:

I. Weizenkeime . . . . . . . . . . $\frac{1281}{1281} = 1$

II. Etiolierte Bohnenblätter . . . . . . $\begin{cases} \frac{183}{428} = 0{,}42 \\ \frac{100}{242} = 0{,}41 \end{cases}$

III. Etiolierte Bohnenblätter nach Zuckernahrung (gelbe). . . . . . . . . $\frac{166}{474} = 0{,}33$

IV. Etiolierte Bohnenblätter nach Zucker- und Lichtnahrung (grüne) . . . . $\frac{62}{270} = 0{,}23$

V. Altes Blatt von *Plectogyne japonica* . . $\frac{45}{63} = 0{,}71$

Folglich ist der Koeffizient $\frac{J}{N}$ in erfrorenen embryonalen Organen gleich 1, sinkt rasch mit dem Übergang zum Stadium des aktiven Lebens und steigt wieder in den Organen, die ihren Wuchs beendet haben.

4. Die Menge der Oxygenase ist in den embryonalen Organen minimal. Sie steigt mit dem Übergange zum Stadium des aktiven Lebens und sinkt in den Organen, die ihren Wuchs eingestellt haben.

Alle von mir ausgeführten Versuche beweisen, dass der als Atmung bezeichnete Gasumsatz eine der kompliziertesten Erscheinungen darstellt und als das Resultat aller durch die gemeinsame Arbeit mehrerer Enzyme bewirkten Vorgänge aufgefasst werden muss.

St. Petersburg, Pflanzenphysiolog. Institut der Universität.

---

### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Normale und anaërobe Atmung lebender etiolierter Blätter von *Vicia Faba*. *b* normale Atmung der nicht ernährten Blätter, *a* normale Atmung der mit Zucker ernährten Blätter, *d* anaërobe Atmung der nicht ernährten Blätter, *c* anaërobe Atmung der mit Zucker ernährten Blätter.

„ 2. Atmung nach der Zuckergabe erfrorener etiolierter Blätter von *Vicia Faba*. *e f* normale Atmung; *a b c d* der erste Teil der Kurve (*a b*) anaërobe und der zweite Teil (*b c d*) der Kurve Oxydationsatmung.

„ 3. Arbeit der verschiedenen Atmungsenzyme. *a* Weizenkeime, *b* etiolierte Blätter, *c* mit Zucker und Licht ernährte etiolierte Blätter.

---

## 15. N. Gaidukov: Über Untersuchungen mit Hilfe des Ultramikroskopes nach Siedentopf.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 21. Januar 1906.

Mit Hilfe des Ultramikroskopes nach SIEDENTOPF und ZSIGMONDY wurden auf dem Gebiete der Physik und Chemie sehr wichtige Untersuchungen gemacht.[1]) Für botanische Untersuchungen ist diese

1) Vergl. H. SIEDENTOPF und R. ZSIGMONDY, Über Sichtbarmachung und Grössenbestimmung ultramikroskopischer Teilchen mit besonderer Anwendung auf Goldrubingläser (Ann. der Physik, Vierte Folge, Bd. 10, 1903). SIEDENTOPF, Ultramikroskopische Untersuchungen über Steinsalzfärbungen (Physik. Zeitschr. 6. Jahrg. 1905, Nr. 24). ZSIGMONDY, Zur Erkenntnis der Kolloide, Jena 1905. E. v. BEHRING,

wertvolle Erfindung jedoch nicht anwendbar, da nur voluminöse und durchsichtige feste Körper (Gläser, Kristalle) und Flüssigkeiten beobachtet werden können. Desto mehr Bedeutung für die Botanik hat eine andere hervorragende Erfindung von SIEDENTOPF,[1]): der Apparat zur Untersuchung ultramikroskopischer Körper zwischen Objektträger und Deckglas. Auch C. MEZ[2]) hat neulich fast denselben — von der Firma LEITZ angefertigten — Apparat beschrieben, jedoch ohne die Erfindung von H. SIEDENTOPF zu erwähnen. Mit Hilfe des genannten Apparates nach SIEDENTOPF hat bereits Prof. RAEHLMANN[3]) sehr wichtige Entdeckungen auf dem Gebiete der Medizin und Bakteriologie gemacht.

Die Aufgabe meiner Untersuchungen — über die ich vorläufig nur kurz berichte — war, mit Hilfe des genannten Ultramikroskopes einige botanische Objekte zu beobachten. Zu meinen Untersuchungen benutzte ich das ZEISS'sche Ölimmersionssystem 2 *mm*, num. Ap. 1,30 mit fester Dunkelfeldblende, die Kompensationsokulare 4 und 18 (2250fache Vergrösserung) sowie das neue ZEISS'sche Stativ I. Als Lichtquelle diente mir eine 14—20 Amp. starke Bogenlampe. Der Tubus war horizontal gestellt, weil die Deckgläser der von mir angefertigten mikroskopischen Präparate mit Paraffin gekittet wurden. Doch kann man auch die nicht gekitteten Präparate bei vertikaler Lage des Tubus beobachten bei der Anwendung der SIEDENTOPF'schen Vorrichtung, die aus drei Spiegeln besteht und viel praktischer ist, wie andere ähnliche Vorrichtungen, z. B. die von COTTON und MOUTON.[4])

Die Hauptfehlerquellen, die bei der Anwendung dieses Apparates entstehen, sind in erster Linie folgende: die Unreinheit des Mediums, in dem die Objekte untersucht werden sollen, sowie auch die Unreinheit der Objektträger und Deckgläser. Die letzteren wurden sehr

---

Über ultramikroskopische Proteïnuntersuchungen (Beitr. experim. Therapie, Heft 10, 1905). E. RAEHLMANN, Ultramikroskopische Untersuchungen über Farbstoffe und Farbstoffmischungen und deren physikalisch-physiologische Bedeutung (Physikal. Zeitschr., 4. Jahrg, Nr. 30) usw.

1) SIEDENTOPF, On the Rendering Visible of the Ultra-Microscopic Particles and of Ultra-Microscopic Bacteria (Journ. Roy. Micr. Soc. 1903, p. 575). CARL ZEISS Prospect, 1904, M. 164.

2) C. MEZ, Die LEITZ'sche Dunkelfeldbeleuchtung bei Verwendung der homogenen Öllimmersion (Zeitschr. für wiss. Mikroskopie, Bd. XXII, 1905, S. 114).

3) E. RAEHLMANN, Die ultramikroskopische Untersuchung nach H. SIEDENTOPF und R. ZSIGMONDY und ihre Anwendung zur Beobachtung lebender Organismen (Münchener medizinische Wochenschr., Nr. 2, 1904); Über ultramikroskopisch sichtbare Blutbestandteile (Deutsche mediz. Wochenschr. 1904, Nr. 29); Über ultramikroskopische Untersuchungen von Glycogen, Albuminsubstanzen und Bakterien (Berliner klinische Wochenschr. 1904, Nr. 8); Über Trachom (Beitr. zur Augenheilkunde, 62. Heft, 1905).

4) A. COTTON et H. MOUTON, Les objets microscopiques (Revue géner. sc. pures et appliquées, 15 déc. 1903).

sorgfältig mit Spiritus und destilliertem Wasser gewaschen, und ihre Reinheit, bezw. optische Leere, sowie auch die des Mediums, d. h. des destillierten Wassers, das ich benutzte, wurden immer vorher ultramikroskopisch geprüft. Eine andere Fehlerquelle entsteht dadurch, dass eine Anzahl ultramikroskopischer Teilchen durch Deckglas und Objektivträger adsorbiert werden. Diese Adsorption wurde auch immer berücksichtigt, jedoch die Zahl der an die genannten Gläser geklebten Teilchen war sehr gering (etwa 10 bis 15). Jedes Präparat untersuchte ich zuerst bei gewöhnlicher Beleuchtung und dann bei der Dunkelfeldbeleuchtung mit Hilfe eines Wechselkondensors. Es ist noch zu bemerken, dass man die Form der ultramikroskopischen Teilchen meistens gar nicht beurteilen kann, da nicht die Teilchen selbst, sondern nur die Beugungsscheibchen zu sehen sind.

Anfangs hielt ich die Pflanzenzellen für ein zu kompliziertes Objekt für das Ultramikroskop und versuchte den Zellinhalt ausserhalb der Zellwand zu beobachten. Für diesen Zweck zerdrückte ich frische *Vaucheria*-Fäden mittels Deckgläschens. Diese zerdrückten Vaucherien zeigten sich bei gewöhnlicher Beleuchtung folgendermassen: Innerhalb der Zellwand befanden sich 1. granulose grünliche Massen von Plasma und Chloroplasten, 2. ölartige, unregelmässige grüne Tropfen. Wo sich in der Zellwand Risse befanden, liefen diese Bildungen ins Wasser. An manchen Stellen waren diese ausgelaufenen Massen mit dem Inhalt des Fadens durch die Risse der Zellwand verbunden. Im übrigen Beobachtungsfeld waren die wenigen grünlichen Öltropfen und sehr wenige Teilchen mit BROWN'scher Bewegung zu sehen.

Ein ganz anderes Bild zeigte sich bei der Anwendung der Dunkelfeldbeleuchtung. Die innerhalb der Zellwand liegenden Massen bestanden aus zahllosen kleinen Teilchen, die durch Beugungserscheinungen in allen möglichen Farben erschienen, doch die grüne und die rote Farbe prävalierte. Besonders schön waren die erwähnten grünen Öltropfen, in denen sich mehrere rote und grüne Körnchen befanden. Doch die flüssige Substanz der Tropfen (Öl) war farblos und strukturlos. Bei der gewöhnlichen Beleuchtung waren auf der ganzen Länge des Fadens nur eine schmale halbinselförmige, grünliche Masse und kaum sichtbare Protoplasmaflecken zu sehen. Bei der Dunkelfeldbeleuchtung war dagegen auf der ganzen Länge eine grosse Schicht. Die Teilchen der halbinselförmigen Masse wurden grün und rot, die Teilchen der übrigen Schicht weiss und blau.

Die genannte Schicht bestand aus verschiedenen Regionen: 1. die Schicht innerhalb der Zellwand, vollständig unbeweglich und sehr kompakt. 2. die erste Schicht ausserhalb der Zellwand direkt unter dem Risse der letzteren: die Teilchen liegen nicht so direkt zu-

sammen und sind schwach beweglich, 3. die Schicht, die unter der zweiten Schicht liegt: die Teilchen bewegen sich viel schneller und gehen auseinander. Zahllose Teilchen mit starker BROWN'scher Bewegung lösten sich von dieser Schicht los und verbreiteten sich über das ganze Beobachtungsfeld.

Das Gesagte zeigt deutlich, dass die Chlorophyll- und die Plasmateilchen ultramikroskopisch sehr leicht zu unterscheiden sind: die ersteren sind rot und grün gefärbt, die letzteren meistens weiss und blau. Gewiss ist diese blaue Färbung der Teilchen des farblosen Protoplasma nur eine Beugungserscheinung. Ebenso sollten nach der Theorie des Ultramikroskopes die Chlorophyllteilchen nur rot, aber nicht auch grün gefärbt sein. Im allgemeinen ist die Frage über die Färbung der ultramikroskopischen Teilchen unklar und bedarf einer speziellen physikalischen Untersuchung.[1])

Es war sehr interessant, wenn aus den *Vaucheria*-Fäden der Inhalt nicht so regelmässig auslief, wie dies beschrieben ist, sondern wenn grössere Klümpchen von Chlorophyll und Plasma aus der zerrissenen Zellwand austraten. Dann fand manchmal der Zerfall dieses Klümpchens statt, wobei sich die einzelnen Teilchen schnell voneinander lösten und nach verschiedenen Seiten liefen.

Die Beziehungen der Plasma- und Chlorophyllteilchen zu den im Wasser liegenden Öltröpfchen war auch ganz verschieden. Beim Zusammenstoss der Plasmateilchen mit den genannten Tröpfchen fand keine Vereinigung statt. Die stark beweglichen Plasmateilchen gingen von den fast unbeweglichen Öltröpfchen weg. Die Chlorophyllteilchen jedoch schienen nach einem solchen Zusammenstoss ganz verschwunden zu sein. In den Öltröpfchen dagegen waren immer mehr und mehr rote und grüne Chlorophyllkörnchen zu beobachten. Hier also haben wir eine sehr demonstrative Beobachtung über die Bildung einer colloidalen Lösung des Chlorophylles im Öl. Fast alle bei gewöhnlicher Beleuchtung grünen und manchmal ganz farblosen Öltröpfchen enthalten nach ultramikroskopischer Beobachtung Chlorophyllteilchen. Das Chlorophyll bildet also mit Öl eine kolloidale Lösung, oder richtiger eine Oleosole. Alkohol gegenüber verhält sich das Chlorophyll ganz anders. Bei der Untersuchung des alkoholischen Chlorophyllauszuges habe ich mit Hilfe des Ultramikroskopes nach SIEDENTOPF und ZSIGMONDY nur einen schönen, roten, strukturlosen Kegel gesehen, der nicht aufzulösen war. Ebenso bestand das aus diesem Auszuge bekommene Karotin aus einem unauflösbaren, ziegelroten Kegel.

---

1) Vergl. L. MICHAELIS, Ultramikroskopische Untersuchungen (VIRCHOW's Archiv, 179. Bd., 1905, S. 204).

Aus dem Gesagten ergibt sich ganz klar, dass man auch die mit einer Zellwand bedeckten Pflanzenzellen ultramikroskopisch beobachten kann, da die erstere beinahe optisch leer zu sein scheint. Aus diesem Grunde habe ich auch lebende Vaucherien untersucht. Bei gewöhnlicher Beleuchtung waren in den *Vaucheria*-Fäden Chromatophoren, Plasmaflecken und Öltropfen zu sehen. Bei der Dunkelfeldbeleuchtung bestanden die Chromatophoren aus grünen und roten Chlorophyllteilchen, die Öltröpfchen waren strukturlos und die Plasmaschichten bedeckten viel grössere Räume als bei gewöhnlicher Beleuchtung zu sehen war. Nur sehr kleine Räume der Fäden waren ganz schwarz, d. h. optisch leer.

Die Verteilung der Chlorophyllgranula im Stroma war sehr gut in den Chromatophoren von *Mesocarpus* zu sehen. Die rundlichen oder sternartigen Flecken der Chlorophyllteilchen befanden sich im Stroma, dessen ultramikroskopische Struktur der des Protoplasma ähnlich war. Keine scharfe Grenze zwischen Stroma- und Chlorophyllteilchen ist zu sehen, das widerspricht der verbreiteten Theorie, dass in den Granula das Chlorophyll in fettem Öl gelöst enhalten ist. Bei dem wirklich in Öl gelösten Chlorophyll (zerdrückte Vaucherien) ist die Grenze der strukturlosen Öltropfen — innerhalb welcher die Chlorophyllteilchen sich befinden — sehr gut zu sehen.

Die Zellkerne der Vaucherien konnte ich ultramikroskopisch nicht unterscheiden. Dagegen hat in den Zellen der *Tradescantia* die ultramikroskopische Beobachtung des Zellkernes gezeigt, dass der letztere eine protoplasmaähnliche, aber viel kompaktere Struktur hat. Die sehr fest nebeneinander liegenden Teilchen bilden ein dichtes Netzwerk.

Im Ultramikroskop habe ich die Bewegungen der Oscillarien[1]) sehr klar gesehen. Die Zellen der Oscillarien enthalten blaue, rote, grüne usw. Teilchen. Wenn der *Oscillaria*-Faden anfängt sich zu bewegen, so hören auch die genannten Teilchen auf, still zu bleiben und bewegen sich wellenartig. Wenn sich ein *Oscillaria*-Faden, ohne sich zu krümmen oder zu verschieben, vor- und rückwärts bewegt, so sieht man an den Rändern des Fadens eine ziemlich strukturlose Substanz, die sich immer in entgegengesetzter Richtung zu der Richtung der Fadenbewegung bewegt. Die Bewegung dieser Substanz ist dann sehr gut zu beobachten, wenn sich in derselben ein Klümpchen ultramikroskopischer Teilchen befindet. Macht der Faden eine Vorwärtsbewegung, so macht das Klümpchen und die Substanz in derselben Zeit eine vollständig entsprechende Rückwärtsbewegung und umgekehrt. Es scheint, als ob der ganze Faden sich in einem Rohr

1) Vergl. W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie, II, S. 710 usw.

bewege und das ganze Bild erinnert an einen Scharniermechanismus. Erreicht aber das Klümpchen die Endzelle des Fadens, so wird es ins Wasser abgestossen. Dies zeigt, dass wir es wahrscheinlich mit einem Strom der farblosen Substanz zu tun haben. Bei mehr komplizierter Bewegung des Fadens macht der Strom der Substanz mit dem Klümpchen auf der Peripherie des Fadens eine Vor- und Rückwärts-Spiralbewegung mit verschiedenen unregelmässigen Pausen. Nach meinen bis jetzt spärlichen Beobachtungen bin ich noch nicht schlüssig über die Natur der Substanz und über die Frage, ob die Substanz und das Klümpchen aus dem Inneren der Zellen kommt und ob das Vorhandensein der Klümpchen ganz zufällig ist, oder ob sie die Rolle eines Blockes spielen.

Fast in jedem Präparate habe ich die ultramikroskopischen Organismen gesehen, die meistens die Form hatten, die RAEHLMANN schon beschrieb. Besonders oft sind 8förmige und sehr interessante koloniale. Diese kreisförmigen oder kugelförmigen Kolonien ähnelten denen einiger Flagellaten (*Pandorina*, *Gonium*, *Synura* usw.).

Diese Arbeit wurde teils im botanischen Institute, teils im Laboratorium der Firma ZEISS in Jena gemacht, und es ist mir eine sehr angenehme Pflicht, dem Direktor dieses Institutes, Herrn Professor Dr. STAHL, sowie den Herren Leitern der genannten Firma für gütige Überlassung aller Hilfsmittel meinen besten Dank auszusprechen. Für die liebenswürdige Erklärung der schwierigen Technik des Apparates spreche ich meinen verbindlichsten Dank den Herren Dr. H. SIEDENTOPF und Prof. E. RAEHLMANN aus.

## 16. Rud. Aderhold: Zur Frage der Wirkung des Kupfers auf die Pflanze.

(Eine Erwiderung auf einen Aufsatz von Dr. EWERT in Heft XII des vorigen Jahrganges dieser Berichte).

Eingegangen am 23. Februar 1906.

In Heft X des XXIII. Bandes der Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft hat Herr Dr. EWERT über weitere Untersuchungen über die physiologische Wirkung der Kupferkalkbrühe auf die Pflanze berichtet und hat dabei auch der Einwände gedacht, die ich ihm mündlich gegen die Beweiskraft der Versuche in seiner in den Landwirtschaftlichen Jahrbüchern erschienenen Abhandlung gemacht habe. Er hat es dabei zur Vermeidung von Missverständ-

nissen als „angebracht“ bezeichnet, dass ich meinen Standpunkt zu der Frage schriftlich niederlegte. Da ich in der Tat sehe, dass meine mündlich vorgetragenen Einwände von EWERT nicht recht verstanden worden sind, muss ich in meinem eigenen Interesse EWERT's Wunsch erfüllen.

Von RUMME, GALLOWAY, FRANK und KRÜGER, BERLESE und SOSTEGNI, SCHANDER und anderen, auch von mir selbst, ist in den 80er und 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts beobachtet worden, dass mit Kupfervitriolkalkbrühe bespritzte Pflanzen sich von nicht bespritzten auch dann zuweilen vorteilhaft auszeichnen, wenn letztere nicht von Parasiten heimgesucht sind und die Brühe somit keine fungicide Wirkung geübt hat. Im Gegensatz hierzu haben MADER, BAIN, STURGIS und andere, auch ich selbst, festgestellt, dass zuweilen die Bordeauxbrühe schädliche Wirkungen äussert, indem sie einzelne Stellen der bespritzten Organe abtötet. Die einen Pflanzenarten (z. B. Pfirsich) zeigen häufiger die letzte, andere (z. B. die Rebe) häufiger die erste, noch andere (z. B. die Kartoffel) bald die eine, bald die andere Wirkungsweise der Brühe. Die Unterschiede hängen von der Empfindlichkeit der Pflanzenart, vom Ernährungszustande, vom Wetter und vielen anderen noch nicht vollkommen bekannten Umständen ab.

Die Wirkung beruht, wie ich in Übereinstimmung mit EWERT annehme[1]), darauf, dass winzige Mengen gelösten Kupfers in die Organe eindringen. Ich folgere nun weiter:

„Je nach ihrer Menge und je nach der spezifischen Empfindlichkeit der Pflanzen wirken sie entweder schädlich oder fördernd. Die eindringende Menge ist von äusseren Verhältnissen, welche auf die Dicke der Kutikula Einfluss haben, abhängig, und deshalb überwiegt bei empfindlichen Pflanzen oder Pflanzenteilen bald die eine, bald die andere Wirkungsweise, und deshalb treten die Schäden in manchen Jahren häufiger auf als in anderen.“

Diese Schlussfolgerung habe ich schon in einem im Jahre 1903 auf der Jahresversammlung der Vertreter der angewandten Botanik (s. Jahresber., I. Jahrg., 1903, S. 27ff.) gehaltenen Vortrage gezogen. Ich habe die angeführten Sätze wörtlich demselben entnommen, um zu zeigen, dass ich meinen Standpunkt zu der Frage bereits in einer Druckschrift niedergelegt, also eine Sache, die EWERT als „angebracht“ bezeichnet hat, bereits getan habe, ehe ich seinen Wunsch kannte (cf. l. c., S. 36).

---

1) Ich glaubte früher (Centralbl. für Bakt., II. Abt., Bd. V, 217) dem Eisen die Hauptrolle hierbei zuschreiben zu sollen, habe aber aus der neueren Literatur entnommen, dass auch ohne Eisenzusatz ähnliche Wirkungen erreicht werden können. Ob Eisen selbst einer ähnlichen Wirkung fähig ist, ist noch genauer zu prüfen. Meine am erwähnten Orte veröffentlichten Beobachtungen sprechen dafür.

Im Hinblick auf eine mündlich gemachte Bemerkung EWERT's, die ich berücksichtigen will, da EWERT die Polemik auf mündliche Einwände hin eröffnet hat, will ich erwähnen, dass die hier angenommene bald fördernde, bald schädigende Wirkung des Kupfers durchaus nichts Exceptionelles für diesen Stoff sein würde. Es ist für eine ganze Anzahl von Giften bekannt, dass sie in geringer Konzentration anregend wirken und HÜPPE[1]) hat den Satz als ein biologisches Gesetz aufgestellt, dass jeder Körper, der in bestimmten Konzentrationen Protoplasma tötet, in geringerer Menge die Entwicklungsfähigkeit aufhebt und in noch geringerer Menge umgekehrt als Reiz wirkt und die Lebenseigenschaften erhöht.

EWERT stellt in seiner Abhandlung[2]) über den wechselseitigen Einfluss des Lichtes und der Kupferkalkbrühe auf den Stoffwechsel der Pflanze einen fördernden Einfluss der Kupferkalkbrühe auf Grund seiner Versuche in Abrede. Nach ihm entfaltet dieselbe (von der fungiciden Wirkung abgesehen) nur eine schädliche Wirkung, die sich entweder im Absterben der bespritzten Teile oder bei scheinbarer Gesundheit, ja bei intensiverem Grün in einer Hemmung des Stoffwechsels der Pflanze äussert. Als Versuchspflanzen dienten ihm in den meisten Fällen Kartoffeln, in einem Falle Buschbohnen in Gefässen. Es muss anerkannt werden, dass er sich bemüht hat, die Kulturbedingungen für die Vergleichsgefässe so gleich wie möglich zu gestalten. Ein Teil der Töpfe wurde zu wiederholten Malen mit 1prozentiger, nur geringe Mengen von Eisen oder auch absichtlich grössere Eisenmengen enthaltender Kupferkalkbrühe bespritzt Während des Verlaufes der Versuche prüfte EWERT gelegentlich den Stärkegehalt bespritzter und unbespritzter Blätter, die von beiderlei Blattarten ausgeatmete Kohlensäuremenge, beobachtete, ob die Pflanze Abweichungen im Wuchs, in der Tiefe ihrer grünen Farbe und ihrer Lebensdauer zeigte und stellte endlich das Erntegewicht an Knollen für jede einzelne Pflanze fest.

Durch eine zweite Reihe von Versuchen ermittelte er die Atmungsgrösse von Kartoffelsämlingen bezw. Kartoffelstecklingen, die aus einer Knolle gewonnen waren, und verglich auch hierbei die Atmungsgrösse gespritzter und ungespritzter Pflanzen.

Zu beiden Versuchsreihen sind Variationen in der Belichtung der Pflanzen herbeigeführt worden. Dieselben lasse ich im folgenden, um die Angelegenheit nicht zu komplizieren, im allgemeinen ausser Acht. Ich bemerke nur, dass EWERT die ganze Frage anfänglich unter dem Gesichtspunkte prüfte, ob durch den angenommenen fördernden Einfluss der Kupferkalkbrühe der nachteilige Einfluss

---

1) Naturwiss. Einführung in die Bakteriologie (1896), S. 55.

2) Landwirtsch. Jahrb. 1905, S. 233—310.

aufgehoben werden könne, den die Beschattung von Bäumen auf eine Unterfrucht ausübt. Dieser Umstand hat ihn wahrscheinlich veranlasst, dass er bei den Atmungsversuchen in der Regel die vor dem Versuch schwächer atmende Pflanze kupferte und prüfte, ob sie hierdurch die stärkere an Atmungsenergie überflügle. Dieser Fall ist nun zwar nicht eingetreten, allein es ist aber dadurch auch keine Herabsetzung der Atmung durch die Kupferung offensichtlich geworden, und es kennzeichnet den Wert dieser Versuche, wenn ein Fall, bei welchem EWERT umgekehrt verfuhr, ihn zu der Schlussfolgerung führt: „Eine schwach wachsende Pflanze wurde demnach durch das Kupfern in ihrer Lebensenergie nicht gestärkt und auch der kräftige Stoffwechsel einer starken Pflanzenindividualität liess sich durch Kupfer und Eisen nicht merklich schwächen.“ Dabei will ich nicht versäumen, darauf hinzuweisen, dass die Atmungsversuche im allgemeinen mit schwachen Pflänzchen gemacht worden sind, die zum Teil gar keinen, zum Teil einen nach wenigen Grammen zählenden Ertrag brachten und bis in den Dezember hinein kultiviert wurden.

Allein ich will mich bei solchen Einzelheiten nicht aufhalten, um nicht unnötig breit zu werden. Ich habe EWERT eingewandt:

1. dass die Kartoffel keine für seine Versuchszwecke geeignete Pflanze ist. Ich habe das aber nicht bloss im Hinblick auf den von ihm erwähnten Versuch auf dem hiesigen Versuchsfelde getan, bei dem ich übrigens nicht von einem Mehrertrag, sondern von einer „deutlicheren Kupfereinwirkung“ (intensiveres Grün, längere Lebensdauer!) gesprochen habe, sondern im Hinblick auf die Literatur. Wer sich die Mühe nimmt, dieselbe einmal durchzusehen, wird finden, dass die Ansichten über die Nützlichkeit oder Schädlichkeit der Bespritzung bei kaum einer anderen Kulturpflanze so auseinandergehen, wie bei der Kartoffel. FRANK und KRÜGER sahen Ertragssteigerung, SORAUER Ertragsverminderung, MARCK Ertragssteigerung, LIEBSCHER Ertragsverminderung, WOODS und BARTLETT Ertragssteigerung. So geht es weiter, so weit man zurückblickt. Ich habe die hier herrschende Unsicherheit in dem erwähnten Vortrage angeführt[1]) und besonders dadurch illustriert, dass ich auf die Versuche hinwies, welche die New York-Versuchsstation Geneva zur Entscheidung der Frage der Rentabilität des Spritzverfahrens für nötig hält und auf 10 Jahre berechnet. Es zeigen das aber auch EWERT's Versuche selbst.

Er hat in der ersten Reihe seiner Versuche fünf Topfversuche und einen Feldversuch mit Kartoffeln gemacht. Auf letzteren legt er selbst keinen Wert. Von den Topfversuchen fällt einer aus, weil er

1) l. c. S. 21.

durch eine Hochwasserkatastrophe und Blattläuse gestört wurde. Von den übrigen spricht einer (Nr. 1) ebenso regelrecht gegen, wie zwei andere (Nr. II und V) für EWERT; einer halb für, halb gegen ihn, weil mit Gipsbrühe behandelte Pflanzen einen bedeutenden Mehrertrag, mit Kalkbrühe behandelte Pflanzen einen noch bedeutenderen Minderertrag, die unbehandelten und bespritzten intermediäre (allerdings letztere weniger als erstere) Erträge ergaben. Und diese Gegensätze trotz der anerkannten Sorgfalt in der Durchführung der Versuche!

Es ist wahrscheinlich, dass bei der Kartoffelpflanze einerseits die Kupfermengen, welche fördernd und welche hemmend wirken, sehr minimal sind und sehr nahe aneinander liegen und dass die Durchlässigkeit der Kartoffelzellwände nach Sorte, Wetter und Ernährung usw. sehr verschieden ist, so dass es nur geringer Differenzen im Arbeitsverfahren bedarf, um eine fördernde in eine schädigende Wirkung umzuwandeln. Der letztere Fall scheint mir z. B. bei EWERT's Versuch V tatsächlich vorgelegen zu haben. Derselbe wurde zu später Jahreszeit (28. Juli bis Mitte November oder noch später) und unter sehr starker Kupfergabe durchgeführt (Bespritzungen viermal, am 22. August, 1. und 10. September und 2. Oktober, 80—100 *ccm* Brühe auf sechs Sämlingspflanzen in einem Topfe mit dem Pulverisator aufgetragen und nie beregnet, also auch nichts von der Brühe im Laufe der Wochen abgewaschen!) Es ist denkbar, dass unter solchen Verhältnissen die Bordeauxbrühe in der Tat eine hemmende Wirkung ausgeübt hat, wenn dieselbe auch nicht zum Tode der Pflanzen führte, und ich halte mich zu einer solchen Vermutung um so mehr für berechtigt, als EWERT in seinen letztjährigen unter Benetzung der Pflanzen mit Regenwasser durchgeführten Versuchen[1]) gefunden hat, dass Bespritzen mit vier-, drei- und zweiprozentiger Brühe bei Kartoffeln einen mit den Brühekonzentrationen steigenden Minderertrag, mit einer einprozentigen Brühe aber einen Mehrertrag gegenüber den unbehandelten Pflanzen ergaben. Um die Sachlage zu klären, wird es nötig sein, Versuche in grösserer Anzahl mit wechselnden Brühekonzentrationen (aber noch unter 1 pCt. herabgehend) auszuführen und auch mit Wechsel in dem Verhältnis der bespritzten zur unbespritzten Blattfläche und mit Wechsel der Zeit, welche die Brühe wirkt.

2. Habe ich EWERT eingewandt, dass er seine Pflanzen entgegen den natürlichen Verhältnissen vor Regen und vor Tau geschützt habe. Ich brauche wohl die Berechtigung dieses Einwandes nicht weiter auszuführen. Es liegt klar zu Tage, dass dadurch die in der Natur gegebenen Verhältnisse verschoben sind, und dass somit

1) Diese Berichte, Bd. XXIII, 1905, S. 480.

andere Ergebnisse als dort in die Erscheinung treten können (siehe EWERT's diesjährige Resultate).

3. Bestreite ich, dass man aus der Atmung in der Weise ohne weiteres auf die Assimilation schliessen kann, wie es EWERT getan hat, ich bestreite dagegen nicht, dass die Atmung bis zu einem gewissen Grade von der Assimilation abhängig ist, wie EWERT bei Besprechung dieses Einwandes die Sache umkehrt. Es ist mir wohl bekannt, dass die zur Atmung dienenden Stoffe in letzter Linie Produkte der Assimilation sind und dass deshalb Atmung wohl von der Assimilation abhängig sein muss. Indess ist nicht in gleicher Weise das Umgekehrte der Fall. EWERT hat bei seiner Betrachtung die Gesamtassimilation, den ganzen Stoffwechsel der Pflanze im Auge. Derselbe erscheint mir ein viel zu komplexes Gebilde, als dass er sich durch eine so einfache Grösse wie die Atmungsgrösse oder richtiger ausgedrückt, die Menge der abgeschiedenen Kohlensäure messen liesse. Zerlegt man ihn in einzelne Geschehnisse, so kommt man in letzter Linie auf die Kohlensäureassimilation als einen Massstab für die Gesamtassimilation, da sie die alleinige Kohlenstoffquelle für die Pflanzensubstanz ist. Wenn EWERT's Satz richtig wäre, dann müsste also auch eine direkte Beziehung zwischen ausgeatmetem Sauerstoff eingeatmeter Kohlensäure bestehen, d. h. beide Vorgänge müssten graduell parallel gehen. Dass das keineswegs immer der Fall ist, ist eine bekannte Tatsache, ist aber auch für chemische stoffliche Reize ganz besonders nachgewiesen worden durch JACOBI,[1]) der da zeigte, dass Chlorkalium, Chlornatrium, Chinin, Antipyrin, Schilddrüse und Jod die Atmung submerser Wasserpflanzen durch Reizwirkung steigern, die Kohlensäureassimilation dagegen herabdrücken. Nun wird mir EWERT einwenden, dabei hätte ich vorübergehende Zustände im Auge; er bestreite nicht, dass zu gewissen Zeiten das relative Verhältnis zwischen Atmung und Kohlenstoffassimilation geändert werden könne; er habe deshalb bei seinen Versuchen auch nicht bloss einmal, sondern wiederholt die Menge der von einer bespritzten Pflanze abgegebenen Kohlensäure bestimmt. Das ist richtig. Aber um einen Einblick in einen vielleicht täglich hin- und herschwankenden Vorgang zu erhalten, genügen selbst die sieben, bestenfalls achtzehn Bestimmungen der ausgeatmeten Kohlensäuremenge, die EWERT an einer und derselben Pflanze während ihrer Vegetationszeit gemacht hat, nicht. Obendrein fehlt es bei denselben nicht an Schwankungen in der Differenz der Atmungsgrösse der bespritzten und unbespritzten Pflanze (besonders deutlich bei Versuch I und VIII), die zeigen, dass selbst der gleiche Vorgang bei den Vergleichspflanzen nicht immer gleich lief.

---

1) Flora, 1899, S. 289 ff.

Ich habe im Vorstehenden EWERT's Wunsch erfüllt, meinen Standpunkt zu seinen Resultaten niederzulegen. Ich erkläre damit gleichzeitig, dass ich mich auf eine weitere Polemik in dieser Angelegenheit nicht einlassen werde. Sobald ich andere Arbeiten abgeschlossen habe, werde ich die Frage experimentell neu prüfen, denn es ist zu wünschen, dass die Rolle, welche das Kupfer im Leben der chlorophyllführenden Pflanze spielt, bald völlig geklärt wird. Es würde das nicht bloss für die Phytopathologie, sondern auch für die allgemeine Physiologie von Wert sein. Wenn die chlorophyllführende Pflanze wirklich unter keinen Umständen eine Förderung durch Kupfer erführe, würde sie in einen Gegensatz mehr zu chlorophyllfreien Pflanzen treten, da für gewisse Pilze durch RAULIN, RICHARDS, UNO und PULST eine Wachstumsbeschleunigung bezw. Ertragssteigerung durch Kupferzufuhr sichergestellt ist. Übrigens haben sich, was EWERT, der die Literatur überhaupt nur gelegentlich zitiert, nicht erwähnt, auch die Physiologen schon mit der Frage beschäftigt (vergl. EWART, JACOBI, TREBOUX); indessen gehen die von ihnen angewandten Konzentrationen für Kupferlösungen über die hier vermutlich in Frage kommenden hinaus, weshalb es auch nicht Wunder nehmen kann, dass sie eine Herabsetzung der Assimilation durch dieselben fanden. Dagegen mag darauf verwiesen werden, dass MIANI in „gekupfertem" Wasser eine Beschleunigung des Wachstums der Pollenschläuche beobachtete.

Dahlem, den 22. Februar 1906.

## 17. Otto Appel: Zur Kenntnis des Wundverschlusses bei den Kartoffeln.

Mit Tafel IX.

Eingegangen am 23. Februar 1906.

Die Tatsache, dass die Kartoffel Wunden sehr rasch und vollständig abzuschliessen vermag, ist seit langem bekannt, und auch die Bedingungen, unter denen dies vor sich geht, sind schon häufiger untersucht worden. Am eingehendsten ist dies geschehen durch KNY[1]) und in neuester Zeit durch OLUFSEN[2]). Diese Untersuchungen legten den Hauptwert auf die Bildung des Wundperiderms, das bei

1) KNY, Über die Bildung des Wundperiderms an Knollen in ihrer Abhängigkeit von äusseren Einflüssen. Ber. der Deutschen bot. Ges., Bd. VII (1889) S. 154—168.

2) OLUFSEN, Untersuchungen über Wundperidermbildung an Kartoffelknollen. Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Bd. XV. (1903.) S. 269—308.

Sauerstoffzutritt in mässig feuchter Luft innerhalb einer bestimmten, kurzen Zeit gebildet wird.

Aus der Kenntnis dieser Tatsachen glaubte man bisher auch völlig genügend die praktische Erfahrung erklären zu können, dass Saatkartoffeln, die vor dem Auslegen geschnitten werden, dann im allgemeinen genügend geschützt sind, wenn sie ein bis zwei Tage an der Luft gelegen haben, ehe sie in den Boden gebracht werden. Nun tritt aber innerhalb von ein bis zwei Tagen noch gar keine Peridermbildung ein, vielmehr beginnt diese im günstigsten Falle am dritten Tage und findet ihren Abschluss dann in zwei weiteren Tagen. Man könnte nun annehmen, dass die Zeit des Trockenliegens der Peridermbildung einen genügend grossen Vorsprung gibt gegenüber den Angriffen, die von Bakterien und Pilzen im Boden auf der Wundfläche erfolgen. Diese Annahme könnte auch wohl langsamer wachsenden Pilzen gegenüber aufrecht erhalten werden, nicht aber den intensiv angreifenden Fäulnisbakterien. Da diese letzteren, wie ich gezeigt habe[1]), in wenigen Stunden mehrere Zelllagen tief die Zwischenzellsubstanz zu lösen und damit die Zellen zu isolieren vermögen, würde ihnen natürlich auch die Zeit vom zweiten Tage nach der Verletzung bis zum Beginne der Peridermbildung genügen, um in der Knolle tiefer einzudringen und die Peridermbildung zu verhindern. Tatsächlich zeigte auch eine vergleichende Impfung mit einer frisch durchschnittenen und einer 24 Stunden im feuchten Raume bei etwa 20° C. angeschnitten aufbewahrten Kartoffel, dass schon nach dieser Zeit ein so intensiver Schutz auf der Wundfläche vorhanden ist, dass die aufgetropfte Aufschwemmung einer hochvirulenten Kultur von *Bacillus phytophthorus* Appel nicht anzugreifen vermochte. Die Impfung der frischen Wundfläche hatte dagegen den Erfolg, dass nach 10 Stunden die Zellen etwa einen Millimeter tief — also schon über die Zone einer normalen Peridermbildung hinaus — von einander gelöst waren und sich als Brei wegnehmen liessen.

Nun ist bekannt, dass Zellmembranen an der Luft verkorken können, und auch KNY[2]) hat beiläufig erwähnt, dass „nicht nur die äussersten Zellen des Wundperiderms selbst, sondern auch der oberflächlichen an der Schnittfläche gelegenen Zellen, welche sich nicht geteilt hatten, nach Behandlung mit Chlorzinkjod braun geblieben waren und sich resistent gegen konzentrierte Schwefelsäure zeigten". Es lag daher nahe zu untersuchen, ob nicht diese Verkorkung der

1) APPEL, Untersuchungen über die Schwarzbeinigkeit und die durch Bakterien hervorgerufene Knollenfäule der Kartoffel. Arb. aus der Biol. Abt. am Kaiserl. Gesundheitsamt. Bd. III (1903.) S. 364–432.

2) l. c., S. 162.

äussersten Zelllagen eine grössere Rolle als Wundschutz spielt, als man ihr bis jetzt zugewiesen hat.

Bei den zu diesem Behufe vorgenommenen Versuchen zeigte sich nun folgendes:

Werden DABER'sche Kartoffeln der Länge nach durchschnitten und im mässig feuchten Raume bei etwa 20° C. gehalten, so war nach etwa 12 Stunden bereits ein vollständiger Verschluss der ganzen Wundfläche dadurch eingetreten, dass die Membranen der direkt unter der Wunde liegenden unversehrten Zellen an der von der Wundfläche abgewandten Seite sich mit Gentianaviolett-Ammoniak[1]) intensiv blau färbten. Die Reaktion dehnte sich auch auf die nächste darunterliegende Zellreihe aus, hier jedoch nur auf die der Wundfläche zugekehrte, d. h. also die der ersten Zellreihe anliegende Seite. Hierdurch entstand eine ununterbrochene scharf hervortretende Linie (Abb. 1), die auch bei Behandlung der Schnitte mit Chlorzinkjod nicht gefärbt wurde und der konzentrierten Schwefelsäure Widerstand leistete.

Eine biologische Untersuchung bestätigte dies Ergebnis. Tropft man auf eine solche Fläche eine Aufschwemmung von virulenter *Bacillus phytophthorus*-Kultur auf, so dringen die Bakterien nicht ein. Benutzt man abgeschwächte Kulturen, so entwickelt sich kein Wuchergewebe, wie dies sonst bei der DABER'schen Kartoffel der Fall ist[2]).

Diese einfache, nach zwölf Stunden bereits vollendete Korkeinlagerung in einem Teil der Zellwand der ersten und zweiten Zelllage unter der Verletzung genügt also schon, um die Wunde gegen eine Infektion zu schützen.

Beobachtet man den weiteren Verlauf des Verkorkungprozesses, so zeigt sich, dass zunächst die gesamte Membran der beiden äussersten Zelllagen ziemlich gleichmässig verkorkt und diese Verkorkung regelmässig weiter nach innen fortschreitet. Bei der DABER'schen Kartoffel treten dann bereits nach 48 bis 60 Stunden in der dritten oder vierten Zelllage die Querwände des bekannten Wundperiderms auf, die dann mitsamt der Wand der Zelle, in der sie entstanden sind, ebenfalls von aussen nach innen fortschreitend, verkorkt (Abb. 2). Unter normalen Verhältnissen erreicht damit die Bildung des Wundverschlusses ihr Ende. Nur selten finden sich tiefer im Inneren noch einmal vereinzelte Teile von Zellwänden, die eine Korkreaktion geben, dagegen ist dies stets der Fall bei den Gefässen, die noch bis tief hinein eine deutliche Blaufärbung mit Gentianaviolett-Ammoniak

---

1) TISON, Méthode nouvelle de coloration des tissus subéreux. Compt. rend. de l'assoc. franç. pour l'avencem. des sc. 1899, p. 454.

2) Über das eigentümliche Verhalten verschiedener Kartoffelsorten gegenüber den Angriffen von pathogenen Bakterien werde ich an anderer Stelle ausführlicher berichten.

zeigen. Da dies unter anderen Verhältnissen nicht der Fall ist, nehme ich keinen Anstand, daraus auf eine Beteiligung tiefer liegender Zellkomplexe an der Wundkorkbildung zu schliessen. Dabei würden die herangeführten Substanzen bereits in den Gefässen soweit umgewandelt sein, dass sie die Korkreaktion geben.

Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn die angeschnittenen Kartoffeln trocken und warm — also etwa im geheizten Zimmer liegen. Dann kommt eine Verkorkung der äusseren Zellen in der oben geschilderten Regelmässigkeit nicht zustande. Dagegen sehen wir bis tief in das Gewebe hinein — ich zählte bis etwa 20 Zelllagen — die Wände einzelner Zellkomplexe und vor allem die Wandteile, die an Intercellularräume angrenzen, eine Korkreaktion geben (Abb. 3). Wir haben hier den Fall, dass der Wundreiz von aussen her nicht wirken kann, weil die äussersten Zellen zu rasch vertrocknen und damit für die Fläche einen Verschluss bilden, der den Sauerstoff und die Feuchtigkeit, die beide zur Verkorkung der Zellen, wie auch zur Peridermbildung nötig sind, völlig abhält. Da aber in den Intercellularen bis zu einer gewissen Tiefe Luft eindringen kann und sich dort die Feuchtigkeit länger hält, werden wenigstens die nächstliegenden Zellen veranlasst, Kork in ihren Wänden abzulagern. Legt man solche Kartoffeln dann in feuchte Erde, so tritt nachträglich eine reguläre verkorkte Zone ein, und zwar entsteht diese in der ersten Zelllage unter den wiederaufgeweichten, aber durch Austrocknung zu Grunde gegangenen Zellen. Die Peridermbildung tritt dann entsprechend tiefer ebenfalls auf.

Sehr häufig kommen diese Fälle in der Praxis vor, wenn die zur Aussaat zerschnittenen Kartoffeln 1—2 Tage sehr trocken, z. B., wie es manchmal geschieht, in der Sonne liegen und dann in den Boden kommen. Dann weichen die zusammengeschrumpften äussersten Zelllagen allmählich auf und werden gleichzeitig zersetzt; währenddem aber bildet sich die erste verkorkte Zellwand und gebietet dem Fortschreiten der Fäulnis Halt, und gleichzeitig werden die etwa durch die Intercellularen eindringenden Fäulnisorganismen durch die weit ins Innere gehende Verkorkung der angrenzenden Wandteile verhindert, in das Gewebe einzudringen.

Die Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse klärt das Problem des Wundverschlusses bei der Kartoffel nach mancherlei Richtung auf. Dass die zwischen Wundfläche und Wundperiderm liegenden Zellen nicht durch die Verletzung mitgetötet werden, wie es MASSART[1]) anzunehmen schien, hat schon OLUFSEN[2]) nachgewiesen. Andererseits ist aber der Schluss, den letzterer[3]) aus dem Abschmelzen der

1) MASSART, La cicatrisation chez les végétaux. Bruxelles. 1898, p. 31.

2) l. c., S. 282 und 286.

3) l. c., S. 286.

Stärke in diesen Zellen zog, nämlich, dass es der Knolle besonders darauf ankomme, „die Stärke der Zellen vor der Initialzelle (wie er die peridermbildende Zelle nennt) zu retten, bevor der Weg durch die sich verkorkenden Peridermwände verbaut ist,“ auch nicht aufrecht zu erhalten. Aus diesem Satze scheint mir doch deutlich hervorzugehen, dass OLUFSEN eine Rückwanderung der Stärke in centripetaler Richtung annimmt. Da aber dem Abschmelzen der Stärke in diesen Zellen eine Verkorkung der Membranen entspricht, so dürfte wohl die Anschauung richtiger sein, dass die Stärke an Ort und Stelle verbraucht wird.

Auch die Mithilfe der tieferen Gewebe an der Peridermbildung war bisher noch nicht klargestellt. Während es MASSART[1]) noch zweifelhaft lässt, ob die Stärke hinter der Initialzelle benutzt werden kann, kommt OLUFSEN zu der Ansicht, dass die Zellen hinter dem Periderm ihre Stärke nicht abgeben. Da nun aber sich viel tiefer die Gefässbündel mit Gentianaviolett-Ammoniak blau färben, scheint es mir wahrscheinlich, dass sie auch aus entfernter liegenden Gewebselementen Stoffe für die Peridermbildung heranführen.

Endlich verschiebt sich das ganze Bild der Reizwirkung etwas. Die für die der Wundfläche zunächst liegenden Zellen gebrauchte Bezeichnung „überschlagene Zellen“ ist nicht mehr anwendbar, man müsste denn den Wundreiz nicht mehr als einen einheitlichen, sondern als zwei gleichzeitig wirkende Reize auffassen. Dann wäre ein Reiz anzunehmen, auf den die Zelle durch Verkorkung ihrer Membran wirkt, und ein anderer, der, als Fernreiz, tiefere Zelllagen zur Teilung anregt. Viel natürlicher scheint es aber, den Begriff des Fernreizes fallen zu lassen und in dem Entstehen der Wände den Kulminationspunkt des Gesamtreizes anzunehmen. Der Wundreiz würde dann zunächst zur Korkbildung in den nächsten Zellen anregen, und zwar von aussen nach innen fortschreitend unter völliger oder teilweiser Benutzung der Stärke der betreffenden Zellen, er würde aber weiter einen Zustrom korkbildender Substanz aus den tiefer liegenden Geweben veranlassen, der gleichzeitig zur Anhäufung wandbildender Substanzen und damit zur Entstehung des eigentlichen Wundperiderms führt. Mit dem Aufbau dieser Wände wird dann das Innengewebe gegen eine weitere Reizwirkung abgeschlossen, und der ganze Prozess hat damit sein Ende erreicht.

Wie wesentlich die ja schon von KNY und OLUFSEN nachgewiesene Bedeutung der Luft bezw des Sauerstoffes ist, geht des weiteren aus dem Auftreten von Korklamellen rings um die Intercellularen hervor.

---

1) l. c., S. 34.

BAND XXIV. JAHRGANG 1906. HEFT 3.

# BERICHTE

DER

# DEUTSCHEN

# BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

VIERUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 3.

MIT TAFEL X—XII.

AUSGEGEBEN AM 25. APRIL 1906.

BERLIN,

GEBRÜDER BORNTRÆGER,

1906.

# Inhaltsangabe zu Heft 3.



**Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:**

**Freitag, den 27. April 1906,**

abends **7** Uhr,

**im Hörsaale des Botanischen Museums,**

Grunewaldstr. 6/7.

# Sitzung vom 30. März 1906.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

---

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

**Buscalioni,** Dr. **Luigi,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Catania** (durch G. LOPRIORE und L. KNY),

**Krause, Kurt,** Assistent am Königl. Botanischen Museum in **Berlin** (durch (R. PILGER und TH. LOESENER),

**Schander, R.,** Vorstand des botanischen Laboratoriums der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Forschungsanstalt in **Bromberg** (durch O. APPEL und F. MUTH),

**Hillmann,** Dr. **P.,** Vorstand der Saatzuchtabteilung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in **Berlin SW. 11,** Dessauer Strasse 14 (durch O. APPEL und L. WITTMACK).

Zum ordentlichen Mitgliede ist proklamiert Herr:

**Weis, Fr.,** Professor in **Kopenhagen.**

---

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem am 18. Februar d. J. erfolgten Tode des ordentlichen Mitgliedes, Herrn

Dr. **G. Holzner,**

weiland Professor an der Landwirtschaftlichen Akademie Weihenstephan. Zu Ehren des Verstorbenen erhoben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

---

In der letzten Sitzung war von mehreren Seiten der Wunsch ausgesprochen worden, dass der Gesellschaft die drei neuen, vielbesprochenen Mikroskope vorgeführt werden möchten. Leider hat es sich nicht ermöglichen lassen, dies in der heutigen Sitzung zur Ausführung zu bringen. Herr Privatdozent Dr. BERG, welcher es freundlichst übernommen hatte, das Ultramikroskop von SIEDENTOPF und ZSIGMONDY zu demonstrieren, hat vor einigen Tagen seine neue

Stellung in Strassburg i. E. angetreten. Der Vorsitzende hat ihn deshalb ersucht, die Demonstration auf die am 20. März stattgefundene Sitzung der Gesellschaft naturforschender Freunde zu verlegen und hat diejenigen Berliner Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft, bei denen er ein besonderes Interesse hierfür voraussetzen konnte, eine schriftliche Einladung für diese Sitzung übersandt.

Die Erläuterung des Photomikroskopes für ultraviolette Strahlen hat Herr Dr. W. DIECK, Dozent an dem Königl. zahnärztlichen Institute, freundlichst übernommen. Da hierfür die Vorführung von Projektionsbildern, wozu unser gegenwärtiges Versammlungslokal nicht die erforderlichen Einrichtungen besitzt, notwendig ist, muss diese Demonstration ebenfalls an anderer Stelle, nämlich in der Sitzung der Gesellschaft naturforschender Freunde, welche am Dienstag den 17. April im Hörsaal VI der Königl. Landwirtschaftlichen Hochschule stattfinden wird, erfolgen. In derselben Sitzung wird auch Herr BERGMANN, Vertreter der Firma LEITZ, das Ultramikroskop in vereinfachter Form demonstrieren. Alle Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft sind hierzu freundlichst eingeladen.

# Mitteilungen.

## 18. F. G. Kohl: Die Farbstoffe der Diatomeen-Chromatophoren.

Eingegangen am 18. März 1906.

Durch die neueste Publikation von MOLISCH[1]) und die Kritik derselben von TSWETT[2]) ist die Frage nach der Natur des Diatomeen-Pigments wieder in den Vordergrund des Interesses gestellt worden. Bei der Verschiedenheit der Auffassung der genannten beiden Autoren musste ich meine früheren Angaben in meiner Schrift „Untersuchungen über das Carotin und seine physiologische

1) H. MOLISCH: I. Über den braunen Farbstoff der Phaeophyceen und Diatomeen. II. Über amorphes und kristallisiertes Anthokyan. Bot. Ztg, 63. Jahrg. 1905. I. Abt. 7 und 8, S. 131–162

2) M. TSWETT: Kritische Bemerkungen zu MOLISCH's Arbeit über die Phaeophyceen-Farbstoffe. Botan Zeitung, 63. Jahrg, 15. September 1905, Nr. 18, S 273–278.

Bedeutung in der Pflanze" einer nochmaligen Prüfung unterziehen, um mich für die eine oder andere Auffassung entscheiden zu können. Ich habe mich an obengenannter Stelle folgendermassen geäussert (S. 147): „Keine von beiden Diatomeen (*Gomphonema*, *Navicula*) gab an Wasser irgend welchen Farbstoff ab, wohl aber genügte Behandlung mit verdünntem Alkohol. Wie ASKENASY ganz richtig angibt, enthalten die ersten Auszüge von bräunlich-gelber Farbe kein Chlorophyll (jede Absorption im Rot fehlt), ohne Zweifel aber die späteren und besonders die mit heissem Alkohol gewonnenen. Von dem ersten Auszug wird fast die ganze blaue Hälfte des Spektrums verdunkelt, doch konnte ich deutlich in dieser breiten Endabsorption den Carotinstreifen I sehen, der zweite ist nur schwach angedeutet; daher glaube ich, dass es ein Diatomin nicht gibt, es dürfte sich dabei wohl nur um Carotin handeln, dem ein anderer bräunlich-gelber Farbstoff, wahrscheinlich Xanthophyll, in sehr geringer Quantität beigemengt ist; mit der Kalimethode gelingt es, das Carotin in Form von Krystallen zur Ausscheidung zu bringen."

MOLISCH, der als vorzüglicher Beobachter und Experimentator auch auf dem Gebiete der Pflanzenfarbstoffe bekannt ist, nahm zur Trennung der verschiedenen Pigmente der Diatomeen, wohl gestützt auf ASKENASY's Erfahrung, zunächst eine Behandlung des Diatomeen-Materiales mit 70 pCt. Alkohol bei gewöhnlicher Temperatur vor, erhielt eine goldgelbe Lösung und fand dieselbe chlorophyllfrei in Übereinstimmung mit meiner obigen Angabe. Nun ist aber bekannt, dass 70 pCt. Alkohol auch in der Kälte das Chlorophyll der Chloroplasten höherer Pflanzen wenigstens teilweise auszieht, und das abweichende Verhalten des Diatomeen-Chlorophylls musste befremden, oder es hätte das Fehlen des Chlorophylls in der Lösung eventuell auf ein Fehlen desselben in den Diatomeen-Chromatophoren schliessen lassen müssen. Ich wiederholte nun, um zunächst hierüber völlige Gewissheit zu erlangen, mit einigen stattlichen Reinkulturen prächtiger, ledergelber Diatomeen (*Achnanthidium lanceolatum* und *Himanthidium pectinale* var. *curta*) den Versuch genau nach MOLISCH's Vorschrift. Die Individuen der einen Kultur (*Achnanthidium*) sassen der Seitenwand und dem Boden des Becherglases in dichter Schicht fest an. Das Wasser wurde abgegossen und durch 70prozentigen Alkohol ersetzt und das Ganze eine halbe Stunde bei einer Temperatur von 15° C. stehen gelassen. Die nach Verlauf dieser Zeit abgegossene und filtrierte Lösung war dunkelgoldgelb und zeigte im Spektroskop vollkommene Absorption der blauen Hälfte des Spektrums und drei Streifen in der roten. Entgegen meinem früheren Befunde und entgegen der Angabe von ASKENASY und MOLISCH ist also schon diese Lösung chlorophyllhaltig. Entweder wurde in allen den früheren Versuchen mit zu geringen

Mengen Algenmaterials gearbeitet, oder es wurde die spektroskopische Untersuchung der goldgelben Lösung bei zu geringer Schichtendicke vorgenommen, oder die Einwirkungsdauer des Alkohols betrug weniger als eine halbe Stunde. Die so gewonnene goldgelbe Lösung will ich der Kürze halber in folgendem mit a bezeichnen. Schüttelte ich a mit einem gleichen Volumen Benzin, so blieb zunächst aller Farbstoff in der unteren Flüssigkeit, allmählich geht etwas davon in das Benzin. Sowie ich jedoch einige Kubikzentimeter Wasser zufügte, so ging der gesamte Farbstoff in das Benzin, welches nunmehr goldgelb gefärbt war, wogegen die wässerig-alkoholische untere Flüssigkeitsschicht vollkommen farblos wurde. Das gesamte Carotin nebst den Spuren von Chlorophyll sind oben im Benzin enthalten, wie die spektroskopische Untersuchung lehrt. Will man die geringen Mengen Chlorophylls entfernen, so muss man die Benzinlösung im Wasserbad eindampfen, den Rückstand mit Alkohol aufnehmen, etwas Kali zusetzen, im Dunkeln stehen lassen, dann mit Äther ausschütteln. Der Äther nimmt alsdann das gesamte Carotin auf, während in der schwach grünlichen alkalisch-alkoholischen Lösung das Chlorophyll verbleibt. Die Lösung a enthält hiernach nur viel Carotin und wenig Chlorophyll. Die der Glaswand anhaftenden Diatomeen hatten eine prächtige hellbläulich-grüne Farbe, die besonders auf dunklem Hintergrunde eine auffallende Leuchtkraft zeigte. Nunmehr wurde das Material mit 96prozentigem Alkohol bei Zimmertemperatur solange in Berührung gelassen, bis die Diatomeen unter oft wiederholter Bewegung vollständig farblos oder als mattweisser Überzug der Glaswand erschienen.

Die hellgrüne Farbe hatte sich unverändert auf diese Lösung übertragen. Ich nenne diese Lösung b.

Das Absorptionsspektrum von b war folgendes:

I. $\lambda = 640—668$. II. $\lambda = 605-620$. III. $\lambda = 565—580$.

Der Carotinstreifen ist in der bis $\lambda = 450$ vom violetten Ende herüberreichenden starken Endabsorption nur schwer zu erkennen.

Ein Teil von b wurde mit verdünnter Kalilauge versetzt, mit Äther überschichtet und im Dunkeln unter oftmaligem Schütteln stehen gelassen. Nach 24 Stunden hatte sich der Äther b 1 gelb, die alkalisch-alkoholische untere Schicht b 2 dagegen grün gefärbt.

b 1. Schwacher Carotinstreifen. Chlorophyllstreifen fehlen.

b 2. Chlorophyllstreifen I sehr stark, die übrigen schwächer, aber deutlich vorhanden. Carotinstreifen I fehlt. Endabsorption im Blauviolett.

Ein anderer Teil von b wurde mit Benzin geschüttelt. Das obenstehende Benzin b 3 färbte sich grün, die untere alkoholisch-wässerige Lösung b 4 ganz schwach gelb.

b 3. Chlorophyllspektrum. Carotinstreifen I ganz schwach.

b 4. Chlorophyllspektrum fehlt. Carotinstreifen I fehlt. Endabsorption im Blauviolett bis an die Grenze vom Grün. Vom Chlorophyllstreifen I eine Spur.

Die Zusammensetzung der Lösung b ist demnach in bezug auf die Farbstoffe dieselbe, wie die von a, nur dominiert hier in b das Chlorophyll, in a das Carotin. Das Xanthophyll, das in a nur in Spuren enthalten ist, ruft in b deutliche Endabsorption hervor.

Es geht aus diesen Befunden, welche ich bei Wiederholung immer in gleicher Weise erhielt, unwiderleglich hervor, dass das Chromatophorenpigment der Diatomeen besteht aus:

1. Chlorophyll mit demselben Absorptionsspektrum wie bei den höheren Pflanzen,
2. Carotin und
3. Xanthophyll.

Mischt man optisch die drei erhaltenen Farbstofflösungen, so resultiert die gelbbraune Lederfarbe des angewandten Materials. Meine schon im Carotinbuch ausgesprochene Behauptung, dass es ein Diatomin nicht gebe, finde ich hiernach vollkommen bestätigt. Bei ganz kurzer, etwa 5 Minuten langer Behandlung mit 70prozentigem Alkohol in der Kälte gelingt es, in der Hauptsache nur das Carotin zu extrahieren, von Chlorophyll und Xanthophyll gehen nur ganz geringe Mengen in Lösung; um sie spektroskopisch nachzuweisen, muss man schon ziemlich dicke Schichten (5—10 *cm*) der Lösungen anwenden. Bei längerer Einwirkung des 70prozentigen Alkohols nimmt derselbe etwas mehr von beiden letztgenannten Farbstoffen auf. Mit 96prozentigem Alkohol gelingt es bei gewöhnlicher Zimmertemperatur die totale Entfärbung des Diatomeenmaterials zu bewirken. Die jetzt erhaltene Lösung enthält viel Chlorophyll, sehr wenig Carotin und wenig Xanthophyll.

MOLISCH fand in der unteren Schicht nach dem Ausschütteln der Rohchlorophylllösung (von mir mit b bezeichnet) neben Carotin noch Leukocyan. Er sagt „die gelbe Schicht enthält neben Carotin — und das ist von besonderem Interesse — auch Leukocyan. Die gelbe Lösung mit einer Spur Salzsäure versetzt, gibt nach einiger Zeit die charakteristische Leukocyanreaktion, und die Flüssigkeit wird blaugrün, es entsteht Phaeocyan."

Das Leukocyan ist vorläufig noch hypothetisch, wenigstens in bezug auf die Diatomeen, auf welche sich diese Mitteilung allein bezieht. Es fragt sich nun, ob die auf Zusatz verdünnter Salzsäure entstehende Blaufärbung (MOLISCH's Phaeocyanbildung) nicht vielleicht auch anders zu erklären wäre. Nach meinen Erfahrungen liegen dafür zwei Möglichkeiten vor. MOLISCH hat durchaus Recht,

wenn er sagt, dass verdünnte (etwa 2prozentige) Salzsäure Carotinkristalle nicht zu bläuen vermag; allein es wäre nicht ausgeschlossen, dass

1. verdünnte Salzsäure Carotinlösungen allmählich bläut oder
2. verdünnte Salzsäure Xanthophylllösung blau färbt.

Da in der in Rede stehenden unter dem Benzin befindlichen Schicht bei MOLISCH's Versuch sicher neben Carotin, wie er selbst angibt, auch noch Xanthophyll, wie aus meiner spektroskopischen Untersuchung folgt, vorhanden sein musste, so könnte die Blaufärbung, aus welcher MOLISCH allein die Anwesenheit des Leukocyans folgert, auch durch Salzsäurewirkung auf in Lösung befindliches Carotin oder Xanthophyll hervorgerufen worden sein. Um diese Frage zu entscheiden, liess ich erstens auf verdünnte Carotinlösungen und zweitens auf verdünnte Xanthophylllösungen, welche ich aus den grünen Blättern von *Ilex aquifolium* und *Symphoricarpus racemosus* herstellte, 2prozentige Salzsäure einwirken, und zwar verfuhr ich in folgender Weise: Das Carotin wurde mit Hilfe der Kalimethode in Äther gebracht, die ätherische Lösung eingedampft, das Carotin in 70prozentigem Alkohol gelöst und mit Benzin überschichtet. Da, wie oben bemerkt, in diesem Falle ein Teil des Carotins in der unteren Alkoholschicht bleibt, wurde etwas Salzsäure zugefügt. Die alkoholische Lösung färbte sich blaugrün. Ein anderer Teil des in 70prozentigem Alkohol gelösten Carotins wurde ebenfalls mit Benzin überschichtet, vorher jedoch etwas Wasser (einige Kubikzentimeter) zugefügt. Nunmehr nimmt das Benzin alles Carotin auf, die alkoholische Lösung wird vollkommen farblos und bleibt es auch nach Zusatz von Salzsäure.

Es war also in diesen Versuchen mit reinen Carotinlösungen das in alkoholischer Lösung vorhandene Carotin, welches mit Salzsäure die Blaufärbung herbeiführte. Nunmehr wiederholte ich dieselben Manipulationen mit den Lösungen a und b. Sobald man die mit Benzin überschichtete gelbe alkoholische Lösung so belässt, wie man sie zunächst erhielt, nämlich mit 70prozentigem bezw. 96prozentigem Alkohol, so bleibt trotz anhaltenden Schüttelns mit Benzin ein Teil des Carotins in ihr enthalten; sowie man jedoch mit Wasser verdünnt, so geht alles Carotin in das Benzin über, die untere Lösung erweist sich spektroskopisch als vollkommen carotinfrei, und wenn sie noch schwach gelblich erscheint, so rührt diese Färbung, wie das Spektroskop bei Anwendung dicker Flüssigkeitsschichten zeigt, von Xanthophyll her. Mit dem Verschwinden des Carotins bleibt aber auch die Blaufärbung mit Salzsäure aus. MOLISCH's Leukocyanreaktion bei den Diatomeen ist eine Carotinreaktion, die aber durch Salzsäure nur in alkoholischer Lösung

hervorgerufen wird. Sorgt man dafür, dass alles Carotin ins Benzin wandert, so bleibt sie aus, was zugleich beweist, dass das Xanthophyll dabei unbeteiligt ist. Wie ich früher mitgeteilt habe, gibt es zwei Xanthophylle, die sich durch ihre Absorptionsspektren leicht von einander unterscheiden lassen; hier handelt es sich um $\beta$-Xanthophyll, dessen Spektrum keinerlei Bänder aufweist, sondern nur eine mit der Konzentration der Lösung an Ausdehnung zunehmende Endabsorption am blauvioletten Ende des Spektrums. $\beta$-Xanthophyll ist in allen Blättern nachzuweisen, sowohl in grünen, als in herbstlich gelben, als auch in denen goldgelbblättriger Varietäten. Wie ich weiter Seite 142 meiner Carotinschrift angab, ist das $\beta$-Xanthophyll in vielen Blüten, Früchten und Samen das einzige die Färbung hervorrufende Pigment. Man wird also auch unter diesen Objekten geeignete finden, an denen sich die Wirkung verdünnter Salzsäure prüfen lässt. Was nun den bekannten Farbenumschlag bei den Diatomeen anbelangt, so führe ich denselben in erster Linie auf leichte Zugänglichkeit des Lösungsmittels zu den Chromatophoren zurück. Der Alkohol tötet hier, wo ihm die Löcher der Membran und die Zweiteilung der letzteren momentanen Zutritt gestatten, augenblicklich den Zellinhalt; es wird sofort das Carotin (und eventuell auch das Xanthophyll) gelöst und das Chlorophyll bleibt zurück, weil es dem Einfluss des Lösungsmittels länger widersteht, die Lederfarbe geht in ein Blaugrün über. Man kann diesen Farbenumschlag auch, freilich nicht so prägnant, bei den Phanerogamenblättern beobachten. Er tritt schon ein, wenn man das Blatt durch einige Minuten langes Eintauchen in kochendes Wasser tötet. Vergleicht man es darnach mit dem unbehandelten Blatt, so sieht es mehr blaugrün aus. Extrahiert man es mit 70prozentigem Alkohol bei gewöhnlicher Temperatur oder unter leichtem Erwärmen, so vollzieht sich derselbe Vorgang wie bei dem Diatomeenversuch. Die ersten Auszüge sind fast goldgelb, gegen ihre Farbe kontrastieren die der Extraktion unterworfenen Blätter fast blaugrün. Jedes nächste Extrakt wird grüner, carotinärmer, chlorophyllreicher, und nur die letzten Extrakte werden wieder schwach gelblich.

Hat also der 70prozentige Alkohol zu den Chromatophoren der Blätter ebenso wie bei den Diatomeen raschen Zutritt, so entstehen zuerst gelbe Lösungen, die carotinreich und chlorophyllfrei oder -arm sind. Das zurückbleibende Blatt erscheint rein grün, während es im Anfang gelbgrün, olivengrün, braungrün aussehen konnte. Erst bei weiterer Behandlung geht das Chlorophyll in Lösung, bis endlich nach dessen Verschwinden aus dem Blatte noch die letzten Carotinreste an die Reihe kommen. Lässt man sofort konzentrierten Alkohol auf das Blatt einwirken oder 70prozentigen bei höheren Tempera-

turen, so entstehen sofort grüne Lösungen. Also alles mutatis mutandis wie bei den Diatomeen.

Auch die Erscheinung, welche MOLISCH S. 142 erwähnt, dass ein alkoholisches konzentriertes Extrakt aus lederbraunen Diatomeen grün aussieht und nicht dieselbe Färbung hat wie das lebende Chromatophor, lässt sich bei den Phanerogamenblättern konstatieren.

Als ich olivenfarbige Blätter von *Glycine*, ohne sie vorher getötet zu haben, extrahierte, erhielt ich eine rein grüne Lösung.

Der Farbenumschlag bei ganz kurzer Behandlung von Diatomeen mit kaltem 70prozentigem Alkohol beruht auf rascher Extraktion des Carotins (und Xanthophylls); der Farbenumschlag bei Behandlung mit heissem Wasser, Wasserdampf, Äther, heisser Luft usw. vielleicht auf Ausscheidung des vorher im Chromatophoren gelösten Carotins in fester Form, d. h. in Form unendlich kleiner Krystalle oder Körnchen infolge des fällenden Einflusses des nach Tötung des Protoplasten und der Chromatophoren in letzere eintretenden Wassers resp. eintretender wässeriger Lösungen von Säuren, Salzen usw. aus der Zellsaftvakuole in das Chromatophor. Fälle ich im Probierglas in einer gelben Carotinlösung das Carotin mit Wasser aus, so wird die Lösung farblos. Die im Chromatophor von mir angenommene Carotinfällung vollzieht sich vermutlich in so kleinen Partikeln, dass letztere unter der Grenze der mikroskopischen Sichtbarkeit liegen.

Ein weiterer von mir vorgenommener Versuch entbehrt in dieser Richtung nicht eines gewissen Interesses. Ich nahm eine Carotinlösung (Benzin) und mischte ihr wenig einer Chlorophylllösung in Benzin bei, so wenig, dass die spektroskopische Untersuchung zwar den Chlorophyllstreifen I deutlich erkennen liess, dass aber das makroskopische Aussehen der Lösung noch das einer Carotinlösung blieb, die Gelbfärbung erschien durch das zukommende Chlorophyll nur um eine Nuance dunkler, keineswegs hätte man mit blossem Auge auf die Anwesenheit von Chlorophyll kommen können. Diese Benzinlösung, deren Färbung etwa derjenigen der Diatomeen-Chromatophoren entsprach, wurde nun mit Wasser erhitzt, bis das Benzin nahezu verdampft war. Dabei zeigte sich deutlich ein Farbenumschlag von dunkelgelb in grün. Fügte ich aufs neue Benzin zu, so löste sich ausgefallener Farbstoff mit grüner Farbe. Wie hierbei das Carotin sich verhielt, kann ich vorläufig noch nicht sagen; sicher wurde es zuerst in feinsten Körnchen unlöslich ausgeschieden, Körnchen, die so winzig sind, dass sie suspendiert in der Flüssigkeit die letztere nicht färben. Auch das Chlorophyll wurde beim teilweisen Verschwinden des Lösungsmittels wohl gefällt, das ausgefällte Chlorophyll besitzt aber eine intensiv grüne Farbe, so dass die Flüssigkeit grün erscheint. Das Carotin scheint nun bei

der ganzen Manipulation verändert worden zu sein, da bei Benzinzusatz eine grüne Lösung entsteht, der die ursprüngliche gelbe Carotinfarbe fehlt.

Ich gelange auf Grund des Gesagten zunächst zu dem Schlusse, dass, da die Erscheinungen des Farbenumschlages bei den Diatomeen prinzipiell nicht anders liegen als bei den Phanerogamenblättern, auch zunächst keine Veranlassung vorliegt, die Färbung der Diatomeen-Chromatophoren für verschieden von der der Phanerogamenblätter zu halten. Ich beharre vielmehr auf meiner früheren Behauptung, dass die Chromatophoren der Diatomeen ihre Farbe einem Gemische von Chlorophyll, Carotin und Xanthophyll verdanken. Diese drei Komponenten des Gesamtfarbstoffs der Diatomeen lassen sich leicht voneinander trennen und in gesonderten Lösungen mit scharfer, spektroskopischer Charakteristik gewinnen. Das Mischungsverhältnis der drei Teilfarbstoffe weicht bei den Diatomeen insofern von dem bei den Phanerogamen vorliegenden ab, als bei jenen das Carotin quantitativ überwiegt. Diatomin gibt es nicht und ist aus der Liste der Pflanzenfarbstoffe zu streichen. Auch Leukocyan ist in den von mir darauf untersuchten Diatomeen sicher nicht vorhanden.

Um seine Auffassung der postmortalen Entstehung des Phykophaeïns zu stützen, sucht MOLISCH die braune oder gelbbraune Farbe des Chromatophors der Braunalgen dadurch zu erklären, dass er die Existenz eines „braunen Chlorophylls“ postuliert, welches beim raschen Abtöten der Alge in heissem Wasser usw. in gewöhnliches Chlorophyll übergeführt wird. Eine wesentliche Stütze für diese Hilfshypothese findet MOLISCH in der Tatsache, dass sich in Phanerogamenblättern die Chlorophyllkörper durch Behandlung mit wässeriger, konzentrierter Kalilauge braun färben, um nach $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde von selbst wieder grün zu werden. Der Umschlag der gelbbraunen in die grüne Färbung erfolgt sofort beim Erwärmen bis zum Sieden oder bei Zufuhr von Wasser, etwas weniger rasch nach Zusatz von Alkohol, Äther, Glyzerin usw.

In Erwägung der Tatsachen, welche MOLISCH an den Diatomeen konstatieren konnte, und in Anbetracht der bei Braunalgen gesammelten Erfahrungen nimmt MOLISCH auch bei den Diatomeen (wie bei den Phaeophyceen) in den lebenden Chromatophoren die Anwesenheit eines braunen Chlorophylls an, welches beim raschen Absterben der Zelle in gewöhnliches Chlorophyll umgewandelt wird, wodurch der plötzliche Farbenumschlag sich erklären würde. Ich habe vorn bereits mitgeteilt, weshalb ich es für denkbar halte, dass der Farbenumschlag auch auf anderem Wege zustande kommen könne, nämlich durch Beseitigung der Farbwirkung des Carotins,

indem dasselbe durch lösende Agentien aus den Chromatophoren weggeführt wird (Alkohol) oder durch andere Mittel in feinkörniger Form in farblosem Zustande gefällt wird (Wasser, Glyzerin usw.). Alsdann würde die Präexistenz eines braunen Chlorophylls überflüssig sein. Die grüne Farbe des Chlorophylls wäre vielmehr in der lebenden Diatomeenzelle durch das in normaler Einlagerungsform vorhandene Carotin verdeckt resp. mit dem Orangegelb des Carotins zu Braun kombiniert, träte aber alsbald nach Abtötung ungetrübt hervor. Meine fortgesetzten Studien des Diatomeen-Farbstoffs weisen darauf hin, dass wohl die tatsächlichen Beobachtungen MOLISCH's richtig, nicht aber seine Schlussfolgerungen zwingend sind. Ich habe den braunen Farbstoff, in den man mit Kalilauge den grünen Farbstoff der Blattchromatophoren verwandeln kann, untersucht und hebe hier nur sein spektroskopisches Verhalten hervor. Bei dieser Braunfärbung vollzieht sich eine deutliche und stets in derselben Weise und mit derselben Schärfe hervortretende Veränderung des Absorptionsspektrums, indem sich besonders der Absorptionsstreifen I deutlich nach dem violetten Ende verschiebt, und zwar ungefähr um seine jeweilig eigene Breite.

| | Lage des Absorptionsstreifens I | |
|---|---|---|
| a) normales Chlorophyll: | $\lambda = 660—650$ | verdünnt |
| | $\lambda = 670—640$ | konzentriert |
| b) braunes Chlorophyll: | $\lambda = 640—620$ | verdünnt |
| | $\lambda = 645—615$ | konzentriert |
| c) lebende Diatomeen: | $\lambda = 660—640$ | verdünnt |
| (braun) | $\lambda = 670—650$ | konzentriert |
| d) getötete Diatomeen: | $\lambda = 660—650$ | verdünnt |
| (grün) | $\lambda = 670—640$ | konzentriert. |

Wie man aus dieser Tabelle ersieht, verhielt sich der Chlorophyllanteil des braunen Chromatophoren-Pigments der Diatomeen anders als das braune Kalichlorophyll. Läge im Diatomeen-Pigment neben anderen Farbstoffen (Carotin usw.) dieselbe braune Chlorophyllmodifikation vor wie in den mit Kalilauge gebräunten Chloroplasten der Blätter, so müssten die beiden Absorptionsspektren übereinstimmen, denn auf die Lage des Absorptionsstreifens I des Chlorophylls hat die Beimengung anderer Farbstoffe, welche die äussere Erscheinung, d h. den Farbenton stark verändern können, nicht den geringsten Einfluss. Es ist gewiss interessant nicht nur, sondern in vorliegender Frage von ausschlaggebender Bedeutung, dass die Lage des Chlorophyllstreifens I bei der lebenden braunen Diatomeenzelle genau dieselbe ist wie bei der getöteten grünen (c und d). Trotz des Farbenumschlags bei Abtötung der Diatomeen bleibt der Streifen I fixiert. Zur Kontrolle habe ich die Chromatophoren der

*Chara fragilis* im intakten Zustand und nach Bräunung mit Kalilauge spektroskopisch untersucht und dabei ebenfalls die Verschiebung von $\lambda = 660-640$ bis $\lambda = 640-620$ festgestellt

Das Absorptionsspektrum des Pigmentes der lebenden Diatomeen zu bestimmen, machte anfangs einige Schwierigkeiten. Später gelang es mir jedoch sowohl mit Hilfe des Mikrospektroskopes am Einzelindividuum als auch besonders gut mittels des ZEISSschen Vergleichsspektroskopes unter Anwendung zusammenhängender Decken von *Himanthidium pectorale* var. *curta*. In solchen Decken liegen die Bänder dieser Diatomee lückenlos aneinander, so dass das ganze Gesichtsfeld gleichmässig gelbbraun bezw. nach Tötung grün gefärbt erscheint. Im Spektrum tritt der Chlorophyllstreifen I mit voller Schärfe hervor, dessen Lage genau an der ANGSTRÖM'schen Wellenlängenskala abgelesen werden kann. Bei Umwandlung des grünen Blätterchlorophylls durch Kalilauge in braunes ist aus jenem zweifellos etwas anderes geworden, sonst könnte nicht der Streifen I seine Lage verändert haben; in den braunen lebenden Diatomeen-Chromatophoren aber ist bereits dasselbe Chlorophyll enthalten wie nach dem Farbenumschlag, denn Streifen I behält dieselbe Lage. Danach kann meines Erachtens die Ursache des Farbenwechsels nur in einer ausserhalb des Chlorophylls sich abspielenden Veränderung liegen, und ich erblicke sie in einer „Demaskierung" des Chlorophylls durch Herauslösung des Carotins aus dem Chromatophor bezw. aus der ganzen Zelle oder in anderen Fällen durch Fällung des Carotins durch das eindringende Reagens in Form eines farblosen Niederschlages, wie man ihn künstlich in Carotinlösungen erhalten kann. Der Farbenumschlag der Diatomeen liesse sich rein äusserlich vergleichen mit dem des Blattes einer Blutbuche aus Braun in Grün, wenn ich künstlich das Anthocyan aus der Epidermis durch Lösen oder Fällen entferne.

In bezug auf die „kritischen Bemerkungen" von M. TSWETT kann ich mich kurz fassen, da er seine Untersuchungen, soweit ich aus dem bisher Mitgeteilten ersehen kann, vorwiegend an Phaeophyceen angestellt hat und nur vermutet, dass die an diesen Algen ermittelten Verhältnisse auch für die Diatomeen gelten, da MOLISCH das Diatomeen-Pigment dem Farbstoff der Braunalgen vollkommen gleich erklärt habe. Nach den von mir gesammelten Erfahrungen an den Diatomeen muss ich die TSWETT'sche Vermutung für unberechtigt halten. Ich habe in meinem Carotin-Buche, das TSWETT noch immer unbekannt zu sein scheint, da er es nicht für nötig hält, es wenigstens an den Stellen zu zitieren, wo es am Platze gewesen wäre, bereits das hypothetische Diatomin auf seine Bestandteile Chlorophyll, Carotin und Xanthophyll zurückgeführt und habe auch nach erneuter Untersuchung des Gegenstandes, wie ich im Vor-

stehenden ausführlich auseinandergesetzt habe, keine Veranlassung, an meiner früher gewonnenen Auffassung etwas zu ändern. Ich habe auch jetzt noch nicht die Überzeugung gewinnen können, dass ausser den genannten Komponenten des Diatomeen-Pigments noch eine weitere, wie etwa Leukocyan, zu fassen sei. Da Leukocyan nach meinen Befunden den Diatomeen abgeht, was dessen Existenz bei den Braunalgen ganz dahingestellt sein lässt, nach TSWETT aber Leukocyan identisch mit SORBY's Fucoxanthin sein soll, so kann ich zurzeit nur feststellen, dass es mir nicht gelungen ist, Fucoxanthin im Diatomeen-Pigment nachzuweisen. Die Blaufärbung mit Salzsäure, welche bei den Phaephyceen in der Tat durch Fucoxanthin hervorgerufen werden mag, ist bei den Diatomeen sicher auf Carotin zurückzuführen. Salzsäure bläut alkoholische Carotinlösung. Die Methode, deren sich TSWETT zur Trennung des Fucoxanthins der Braunalgen vom Chlorophyll und Carotin bediente, ist der von mir wie früher so auch jetzt angewendeten, die letzten Mengen Carotins aus der alkoholischen Lösung in das darüberstehende Benzin zu befördern, verblüffend ähnlich, so dass ich mich des Verdachtes nicht erwehren kann, es möge sich auch im Phaeophyceen-Fucoxanthin zum Teil oder ganz um Carotin handeln, ein Verdacht, den ich auf seine Berechtigung durch eigene Untersuchungen an Phaeophyceen zu prüfen im Begriffe bin. Aufklärend würde eine möglichst genaue Charakteristik des Fucoxanthins sein, unter anderem fehlen Angaben über sein spektroskopisches Verhalten; man hat sich bisher darüber ausgeschwiegen.

---

## 19. T. Krasnosselsky: Bildung der Atmungsenzyme in verletzten Zwiebeln von Allium Cepa.

Mit einer Abbildung.

Eingegangen am 18. März 1906.

Hier werden einige Versuche beschrieben, die von mir auf Vorschlag und unter Leitung des Herrn Professor W. PALLADIN ausgeführt wurden und die eine Ergänzung meiner Untersuchungen vom vorigen Jahre[1]) sind.

Nach der Theorie von R. CHODAT und A. BACH[2]) wird die

1) Diese Berichte 1905, S. 142.

2) R. CHODAT und A. BACH: Ferments oxydants. Archives des sciences phys. et math. de Génève. 1904.

fermentative Oxydation im Organismus durch das Dasein zweier Art von Fermenten und einer oxydablen Substanz erklärt. Eins von den Fermenten hat den Bau des Wasserstoffsuperoxyds (Oxygenase) und dient als Sauerstoffüberträger. Das andere (Peroxydase) ist ein Katalysator und ätherisiert die Oxygenase. Die Abwesenheit eines Oxydationsprozesses in einem Objekte weist auf die Abwesenheit wenigstens einer der genannten Substanzen hin.

R. CHODAT und A. BACH fügten in ihren Untersuchungen ihren Objekten Wasserstoffsuperoxyd und Pyrogallol zu, da sie durch $H_2O_2$ die Oxygenase und durch $C_6H_6O_3$ die oxydable Substanz zu ersetzen meinten.

Wenn man eine genügende Quantität des $H_2O_2$ und des $C_6H_6O_3$ zu einem Objekte zufügt, das früher keinen Gaswechsel zeigte, so wird die durch ihn ausgeschiedene $CO_2$-Menge als Mass der in ihm gehaltenen Peroxydasen dienen. Die $CO_2$-Menge, die durch das Objekt ausgeschieden wird, nachdem man nur $C_6H_6O_3$ zusetzt, zeigt die Quantität der Oxygenasen. Es kann aber sein, dass in diesem Falle nicht alle Oxygenasen durch die im Objekte enthaltenen Peroxydasen ätherisiert werden, da man voraussetzen kann, dass die Peroxydasenmenge nicht gross genug im Vergleich zu der Oxygenasenmenge ist.

Die $CO_2$-Ausscheidung, welche durch das Zusetzen von $H_2O_2$ allein hervorgerufen ist, hängt von der Peroxydasenmenge und von der Quantität der oxydablen Substanz im Objekte ab.

Ich möchte noch ein paar Worte über die Methode sagen. Eine Pyrogallollösung in Anwesenheit von Wasserstoffsuperoxyd und in voller Abwesenheit irgend einer Nebensubstanz zeigt einen Gaswechsel — es wird Sauerstoff absorbiert und Kohlensäure ausgeschieden.

Ich habe einen Versuch angestellt und erhielt folgende Resultate: 20 *ccm* einer 20prozentigen $C_6H_6O_3$-Lösung haben nach dem Zufügen von 20 *ccm* 10prozentigem $H_2O_2$ während 48 Stunden 36 *mg* $CO_2$ ausgeschieden, während der folgenden 27 Stunden 15,6 *mg* $CO_2$ und während der folgenden 48 Stunden 18,4 *mg* $CO_2$. Im ganzen hatten sie während 122 Stunden 66 *mg* $CO_2$ ausgeschieden.

Die Absorption von Sauerstoff wurde nicht gemessen, aber man konnte nach der Farbenveränderung der Lösung ihre Anwesenheit konstatieren. Die am Anfang des Versuches helle Lösung wurde am Ende des zweiten Tages dunkelbraun.

Ich betrachte alle durch diese Methode erhaltenen Resultate als relative und denke, dass man sie in keinem Falle für absolute halten darf.

Für meine Versuche habe ich Zwiebeln von *Allium Cepa* genommen, an verschiedenen Tagen nach ihrer Verletzung gefroren und

die von ihnen oder von dem aus ihnen erhaltenen Saft ausgeschiedene $CO_2$-Menge gemessen. Das Zerschneiden, das Aufbewahren, das Erhalten des Saftes, die $CO_2$-Bestimmung wurde wie früher, und das Gefrieren, wie es in der Arbeit von W. PALLADIN[1]) beschrieben ist, ausgeführt.

Nachdem die gefrorene Zwiebel oder der aus ihr erhaltene Saft keine $CO_2$-Ausscheidung mehr zeigte, wurde $H_2O_2$, $C_6H_6O_3$ oder beide zusammen zugefügt. Nach dem Zusetzen von $C_6H_6O_3$ allein wurde nur eine geringe $CO_2$-Ausscheidung konstatiert, so dass man in diesen Objekten keine Oxygenasen findet. Ein solcher Schluss ist nur dann berechtigt, wenn in demselben Objekte Peroxydasen anwesend sind. Sonst hätte man Recht zu denken, dass der Grund der Abwesenheit der $CO_2$-Ausscheidung nach dem Zufügen von $C_6H_6O_3$ in dem Mangel der Peroxydasen liegt.

Das Zusetzen von $H_2O_2$ allein rief eine $CO_2$-Ausscheidung hervor und zeigte, ausgenommen den zehnten Tag nach der Verletzung, dieselbe Gesetzmässigkeit als das Zufügen von $C_6H_6O_3$ und $H_2O_2$ zusammen. Diese Regelmässigkeit ist klar zu sehen aus den untenbeschriebenen Versuchen wie auch aus den Kurven. Die Versuche mit dem Safte wurden zu gleicher Zeit, wenigstens je zwei, angestellt, wovon einer sich in Wasserstoffatmosphäre befand. Am Anfang wurde kein Unterschied zwischen der $CO_2$-Ausscheidung in normaler Atmosphäre und in Wasserstoffatmosphäre beobachtet, aber nach dem Zufügen der Reaktive wurde etwas weniger $CO_2$ in Wasserstoffatmosphäre ausgeschieden. Die Reaktion mit dem Guajakharz war dieselbe wie in den früheren Versuchen. Der Zusatz von $H_2O_2$ rief ein heftiges Schäumen des Saftes hervor; das weist auf die Existenz der Katalase im Safte hin.

## Versuch I.

Am 5. Oktober nachmittags 2 Uhr wurden 27 Zwiebeln jede in vier Teile geschnitten und in vier Portionen verteilt.

### Erster Tag der Verletzung. (5. Oktober).

Es wurde die erste Portion (410 *g*) um 4 Uhr 35 Minuten nachmittags gefroren. Den 6. Oktober wurde daraus während 30 Minuten 290 *ccm* Saft erhalten, und man nahm drei Portionen Saft, jede zu 50 *ccm*. Die Portion c befand sich während des Versuches in Wasserstoffatmosphäre.

| | $CO_2$-Menge *mg* | Temperatur ° C. |
|---|---|---|
| a) 50 *ccm* Saft während 24 Stunden . . . . | 7,2 | 18 |
| b) 50 „ „ „ 24 „ . . . . . | 7,2 | 18 |
| c) 50 „ „ „ 24 „ . . . . . | 7,2 | 18 |

1) W. PALLADIN: Diese Berichte 1905, S. 240.

Zu der Portion a wurden 10 *ccm* $H_2O_2$ zugefügt, zu den Portionen b und c 10 *ccm* 20prozentige $C_6H_6O_3$-Lösung.

| | $CO_2$-Menge *mg* | Temperatur ° C. |
|---|---|---|
| a) 50 *ccm* Saft während 24 Stunden . . . . | 12,4 | 18 |
| b) 50 „ „ „ 24 „ . . . . | Spuren | 18 |
| c) 50 „ „ „ 24 „ . . . . | Spuren | 18 |

Zu der Portion a wurden 20 *ccm* 20prozentige $C_6H_6O_3$-Lösung zugefügt und zu den Portionen b und c 10 *ccm* $H_2O_2$.

| | $CO_2$-Menge *mg* | Temperatur ° C. |
|---|---|---|
| a 50 *ccm* Saft während 24 Stunden . . . . | Spuren | 18 |
| b) 50 „ „ „ 24 „ . . . . | 26,8 | 18 |
| c) 50 „ „ „ 24 „ . . . . | 20,0 | 18 |

### Vierter Tag der Verletzung. (8. Oktober).

Es wurde die zweite Portion (395 *g*) um 2 Uhr 30 Minuten nachmittags gefroren. Den 9. Oktober wurde daraus während 30 Minuten 245 *ccm* Saft erhalten, und man nahm drei Portionen Saft, jede zu 50 *ccm*. Die Portion c befand sich in Wasserstoffatmosphäre.

| | $CO_2$-Menge *mg* | Temperatur ° C. |
|---|---|---|
| a) 50 *ccm* Saft während 24 Stunden . . . | 9,2 | 18 |
| b) 50 „ „ „ 24 „ . . . | 9,2 | 18 |
| c) 50 „ „ „ 24 „ . . . | 9,2 | 18 |

Es wurde zu der Portion a 10 *ccm* $H_2O_2$ und zu b und c 10 *ccm* 20prozentige Pyrogallollösung zugesetzt.

| | $CO_2$-Menge *mg* | Temperatur ° C. |
|---|---|---|
| a) 50 *ccm* Saft während 24 Stunden . . . | 24,4 | 18 |
| b) 50 „ „ „ 24 „ . . . | Spuren | 18 |
| c) 50 „ „ „ 24 „ . . . | Spuren | 18 |

Es wurde zu der Portion a 10 *ccm* 20prozentige Pyrogallollösung und zu b und c 10 *ccm* $H_2O_2$ zugesetzt.

| | $CO_2$-Menge *mg* | Temperatur ° C. |
|---|---|---|
| a) 50 *ccm* Saft während 24 Stunden . . . | Spuren | 19—18,5 |
| b) 50 „ „ „ 24 „ . . . | 87,2 | 19—20,0 |
| c) 50 „ „ „ 24 „ . . . | 70,8 | 19—20,0 |

### Siebenter Tag der Verletzung. (11. Oktober).

Es wurde die dritte Portion (265 *g*) um 3 Uhr 45 Minuten nachmittags gefroren. Den 12. Oktober wurde daraus während 30 Minuten 190 *ccm* Saft erhalten, und man nahm drei Portionen, jede zu 50 *ccm*. Die Portion a befand sich in Wasserstoffatmosphäre.

| | $CO_2$-Menge mg | Temperatur °C. |
|---|---|---|
| a) 50 *ccm* Saft während 24 Stunden . . . | 11,2 | 19 |
| b) 50 „ „ „ 24 „ . . . | 11,2 | 19 |
| c) 50 „ „ „ 24 „ . . . | 11,2 | 19 |

Es wurde zu der Portion a 10 *ccm* $H_2O_2$ und zu b und c 10 *ccm* 20prozentige Pyrogallollösung zugesetzt.

| | $CO_2$-Menge mg | Temperatur °C. |
|---|---|---|
| a) 50 *ccm* Saft während 24 Stunden . . . | 41,2 | 19—18,5 |
| b) 50 „ „ „ 24 „ . . . | Spuren | 19—18,5 |
| c) 50 „ „ „ 24 „ . . . | Spuren | 19—18,5 |

Es wurde zu der Portion a 10 *ccm* 20prozentige Pyrogallollösung und zu b und c 10 *ccm* $H_2O_2$ zugesetzt.

| | $CO_2$-Menge mg | Temperatur °C. |
|---|---|---|
| a) 50 *ccm* Saft während 24 Stunden . . . | Spuren | 18,5 |
| b) 50 „ „ „ 24 „ . . . | 96,2 | 18,5 |
| c) 50 „ „ „ 24 „ . . . | 83,2 | 18,5 |

**Zehnter Tag der Verletzung. (14. Oktober).**

Es wurde die vierte Portion (290 *g*) um 2 Uhr nachmittags gefroren. Am 15. Oktober wurde während 30 Minuten 205 *ccm* Saft erhalten und drei Portionen davon genommen, je zu 50 *ccm*. Die Portion c befand sich in Wasserstoffatmosphäre.

| | $CO_2$-Menge mg | Temperatur °C. |
|---|---|---|
| a) 50 *ccm* Saft während 24 Stunden . . . | 18 | 18 |
| b) 50 „ „ „ 24 „ . . . | 18 | 18 |
| c) 50 „ „ „ 24 „ . . . | 18 | 18 |

Es wurde zu a 10 *ccm* $H_2O_2$ und zu b und c 10 *ccm* 20prozentige Pyrogallollösung zugesetzt.

| | $CO_2$-Menge mg | Temperatur °C. |
|---|---|---|
| a) 50 *ccm* Saft während 24 Stunden . . . | 11,2 | 18 |
| b) 50 „ „ „ 24 „ . . . | Spuren | 18 |
| c) 50 „ „ „ 24 „ . . . | Spuren | 18 |

Es wurde zu der Portion a 10 *ccm* 20prozentige Pyrogallollösung und zu b und c 10 *ccm* $H_2O_2$ zugesetzt.

| | $CO_2$-Menge mg | Temperatur °C. |
|---|---|---|
| a) 50 *ccm* Saft während 24 Stunden . . . | Spuren | 18—17,5 |
| b) 50 „ „ „ 24 „ . . . | 101,2 | 18—17,5 |
| c) 50 „ „ „ 24 „ . . . | 93,2 | 18—17,5 |

## Versuch II.

Am 11. Dezember um 1 Uhr 30 Minuten nachmittags wurden 10 Zwiebeln je in vier Teile zerschnitten und in vier Portionen verteilt.

**Erster Tag der Verletzung. (11. Dezember).**

Die erste Portion (100 *g*) wurde gefroren. Am 12. wurden 48 *g* der gefrorenen Zwiebeln in den Apparat gelegt:

48 *g* während 48 Stunden . . . 17,6 *mg* $CO_2$ 20° C.

Am 14. wurde die Zwiebel zerrieben, man nahm 25 *g* davon und setzte 20 *ccm* $H_2O$, 20 *ccm* $H_2O_2$ und 20 *ccm* 20prozentige Pyrogallollösung zu:

25 *g* während 48 Stunden . . . 25,2 *mg* $CO_2$ 18° C.

**Vierter Tag der Verletzung. (14. Dezember).**

Die zweite Portion (98 *g*) wurde gefroren. Am 15. Dezember wurden 48 *g* der gefrorenen Zwiebeln in den Apparat gelegt:

48 *g* während 48 Stunden . . . 37,6 *mg* $CO_2$ 18° C.

Am 17. Dezember wurden die Zwiebeln zerrieben, man nahm 25 *g* davon und setzte 20 *ccm* $H_2O_2$ und 20 *ccm* 20prozentige Pyrogallollösung zu:

25 *g* während 48 Stunden . . . 74,8 *mg* $CO_2$ 19° C.

**Siebenter Tag der Verletzung. (17. Dezember).**

Es wurde die dritte Portion (101 *g*) gefroren. Am 18. Dezember wurden 48 *g* der gefrorenen Zwiebeln in den Apparat gelegt:

48 *g* während 48 Stunden . . . 37,2 *mg* $CO_2$ 18° C.

Am 20. Dezember wurden die Zwiebeln zerrieben; man nahm 25 *g* davon und setzte 20 *ccm* $H_2O_2$, 20 *ccm* $H_2O$ und 20 *ccm* 20prozentige Pyrogallollösung zu:

25 *g* während 48 Stunden . . . 149,6 *mg* $CO_2$ 18° C.

**Fünfzehnter Tag der Verletzung. (25. Dezember).**

Es wurde die vierte Portion (96 *g*) gefroren. Am 26. Dezember wurden 48 *g* der gefrorenen Zwiebeln in den Apparat gelegt:

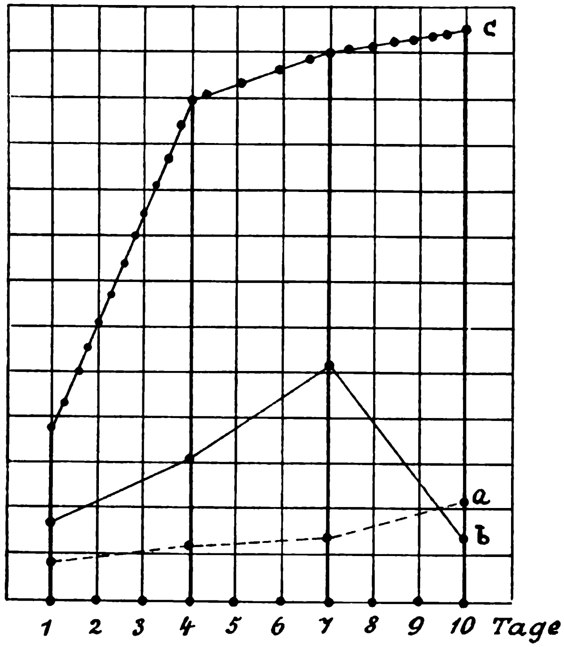
48 *g* während 48 Stunden . . . 35,6 *mg* $CO_2$ 18° C.

Am 28. Dezember wurden die Zwiebeln zerrieben; man nahm 25 *g* davon und setzte 20 *ccm* $H_2O$, 20 *ccm* $H_2O_2$ und 20 *ccm* 20prozentige Pyrogallollösung zu:

25 *g* während 48 Stunden . . . 200,2 *mg* $CO_2$ 18° C.

Die Luft, welche in den Apparat kam, war mit Toluoldämpfen gesättigt (4 *ccm* Toluol).

Die Resultate dieser Versuche sind an der Kurve zu sehen. Im ersten Versuche hat man auch am zehnten Tage der Verletzung noch kein Senken der Kurve der $CO_2$-Ausscheidung. Dieses kann dadurch erklärt werden, dass in diesem Versuche die Atmungsenergie im ganzen sehr langsam wächst. Aus dem ersten Versuche ist zu sehen, dass am Anfang, vor dem Zusetzen der Reaktive, die $CO_2$-Ausscheidung in normaler Atmosphäre und im Wasserstoff gleich ist. Das heisst, die $CO_2$-Ausscheidung ist anaërob und hängt von den Oxydationsenzymen nicht ab.




*a* Anaërobe $CO_2$-Ausscheidung. *b* $CO_2$-Ausscheidung nach dem Zufügen von $H_2O_2$. *c* $CO_2$-Ausscheidung nach dem Zufügen von $H_2O_2$ und $C_6H_6O_2$.

Um die Abhängigkeit zwischen der Sauerstoffabsorption und der $CO_2$-Ausscheidung zu untersuchen, habe ich mittels des POLAWZEW-RICHTER-Apparates einige Atmungskoeffizienten bestimmt.

Da andere Versuche dieselbe Gesetzmässigkeit zeigten, führe ich hier nur noch einen Versuch an.

## Versuch III.

Es wurden am dritten Tage nach der Verletzung 20 *g* Zwiebeln in den Apparat gelegt. Nach zwei Stunden war der Atmungskoëffizient

$$\frac{CO_2}{O_2} = 0{,}96.$$

Die Zwiebeln wurden gefroren und wieder in den Apparat gelegt. Nach zwei Stunden war der Atmungskoëffizient

$$\frac{CO_2}{O_2} = 1{,}96.$$

Noch drei Stunden später war der Atmungskoëffizient

$$\frac{CO_2}{O_2} = 1{,}00.$$

Am Anfang nach dem Auftauen ist die $CO_2$-Ausscheidung intensiv, später nimmt sie aber im Vergleich zu der Sauerstoffabsorption ab.

Die oben beschriebenen Versuche erlauben folgende Schlussfolgerungen zu machen:

1. Man findet in den verletzten und gefrorenen Zwiebeln und in dem daraus erhaltenen Safte keine Oxygenasen.

2. Die Menge der Peroxydasen in denselben Objekten wächst mit derselben Regelmässigkeit wie die Atmungsenergie. Wenn aber die Atmungsenergie schon zu sinken beginnt, steigert sich die Peroxydasenquantität noch weiter.

3. Der aus der gefrorenen Zwiebel erhaltene Saft enthält alle Tage nach der Verletzung Katalase.

4. Die Atmungskoëffizienten zeigen, dass gleich nach dem Auftauen die $CO_2$-Ausscheidung grösser ist als die Sauerstoffabsorption. Später wird aber das Umgekehrte konstatiert.

St. Petersburg, Pflanzenphysiolog. Institut der Universität.

---

## 20. Alexander Zahlbruckner: Lindauopsis, ein neuer Flechtenparasit.

Mit Tafel X.

Eingegangen am 18. März 1906.

Ein Exemplar einer von Dr. R. STURANY auf Kalkfelsen bei Kristallenia in Ostkreta gesammelten *Caloplaca* (sect. *Gasparrinia*) *callopisma* (Ach.) Th. Fries fiel mir durch die stark deformierten Apothecien auf. Die mikroskopische Untersuchung führte zu dem Ergebnis, dass die Deformation durch einen im Hymenium der Flechte lebenden parasitischen Pilz hervorgerufen wird und dass dieser Pilz einer bisher nicht beschriebenen Gattung angehört.

Die normalen Apothecien der *Caloplaca callopisma* sind klein, ihre Scheibe ist flach und stimmt in der Farbe mit dem Lager überein; sie werden ferner von einem schmalen, fast ganzrandigen Lagerrande umsäumt. Die vom Pilze befallenen Apothecien zeigen zunächst ein Dunklerwerden der Scheibe, welche sich dann stark wölbt und den Lagerrand herabdrückt; endlich nehmen sie eine mehr weniger halbkugelige Gestalt an, ihre Oberfläche ist höckerig bis rissig, gelblichbraun bis schmutzig lederfarbig. Die grössten der deformierten Apothecien besitzen eine Breite von 1,5 *mm*. Der anatomische Bau des Hypotheciums und des herabgedrückten Gehäuses wurden durch den Pilz nicht verändert.

In den ersten Stadien der Infektion durchlaufen nur wenig Hyphen des Pilzes das Hymenium, und zwar vornehmlich parallel mit den Paraphysen oder senkrecht zur Scheibenfläche. Bald jedoch vergrössert sich das pilzliche Hyphensystem und erfüllt fast die ganze Schlauchschicht, die Paraphysen werden hierbei deformiert und sind schliesslich als solche nicht mehr zu erkennen; neue Asci werden nicht mehr angelegt, die vorhandenen nach Entleerung ihrer Sporen zusammengedrückt, und ihre Spuren sind nur noch durch eine schwache Blaufärbung mit Jod nachweisbar. In den gänzlich deformierten Apothecien sind die ursprünglichen Elemente des Hymeniums, die Paraphysen und Asci, in eine fast strukturlose Masse umgewandelt, welche von den Hyphen des Parasiten durchwuchert wird. Ein reichliches, feinkörniges Epithecium von Chrysophansäure bedeckt die deformierten Schlauchfrüchte der Flechte. Das Hyphensystem des parasitischen Pilzes ist räumlich auf das Hymenium beschränkt, es dringt nie in das pseudoparenchymatische Gehäuse, welches das Hymenium seitlich und nach unten begrenzt.

Das Hyphensystem des Parasiten bildet in der befallenen Schlauchschicht ein geschlossenes Ganzes, dessen Elemente am Grunde des Hymeniums fast wagerecht oder wagerecht verlaufen, dann bogig aufsteigen und endlich senkrecht zur Scheibe orientiert sind (Fig. 1)[1]. Die Pilzhyphen (Fig. 2) sind wiederholt und etwas unregelmässig dichotom verästelt; die Verästelungen steigen entweder unter einem steilen Winkel auf, oder sie stehen zunächst mehr oder weniger wagerecht ab und steigen erst später auf. Die Länge der Äste wechselt, die meisten reichen bis knapp an das Epithecium und schreiten dort zur Konidienbildung; eine kleinere Anzahl bleibt kürzer oder rudimentär. Die stets farblosen Hyphen sind schlaff, ungleichmässig dick, an einzelnen Stellen schmäler, an anderen

1) In der Abbildung sind bedeutend weniger Hyphen eingezeichnet, als dem Entwicklungsstadium entsprechen würden. Dieses Schematisieren erfolgte, um den Verlauf der Hyphen deutlich zur Anschauung zu bringen.

breiter, nicht selten fast darmartig und zumeist leicht wellig gekrümmt; ihre Breite schwankt zwischen 1,8 bis 3,5 $\mu$. Die Membran der Hyphen ist dünn und glatt, der Zellinhalt plasmatisch und feinkörnig. Stets sind die Hyphen reichlich septiert; ihre Zellen sind im basalen Teile des Hyphensystems kürzer und werden gegen das Epithecium zu allmählich länger. Die kürzesten Zellen fand ich 8, die längsten 30 $\mu$ lang. Die Scheidewände sind sehr zart und am ungefärbten Schnitt leicht zu übersehen. Bemerkenswert sind an den Hyphen kleine, farblose, halbkugelige bis kugelige, seitliche Ausstülpungen, welche einzeln oder gehäuft auftreten und im unteren Teile des Hyphensystems die Hyphen oft dicht bedecken. Diese seitlichen Ausstülpungen entstehen dadurch, dass sich die Mutterhyphen an einzelnen Stellen halbkugelig ausbauchen; diese Ausstülpungen nehmen dann eine mehr weniger kugelige Gestalt an und werden endlich an ihrer Basis durch eine zarte Scheidewand von der Mutterhyphe abgegrenzt. In dem dichten Gewirr, welches das Hyphensystem der Parasiten im Verein mit den Resten des Hymeniums bildet, ist es schwierig festzustellen, ob diese seitlichen Auswüchse an den Hyphen haften bleiben oder sich von denselben loslösen. Beim Betrachten vieler Schnitte gewann ich den Eindruck, dass letzteres der Fall wäre. Es liegen daher hier nebst den später zu beschreibenden grossen Konidien vielleicht noch Mikrokonidien vor.

Zumeist erst knapp unter dem Epithecium, doch nicht selten auch in tieferen Lagen, gabelt sich die nunmehr vertikale Hyphe neuerdings (Fig. 4) und bildet zwei kurze, divergierende Äste. An der Spitze beider Äste gelangt eine terminale, farblose Konidie zur Entwicklung. Die Gestalt dieser Konidien (Fig. 3) wechselt stark; ellipsoidische, eiförmige, verkehrt ellipsoidische oder eiförmige, birnenförmige bis verkehrt kreiselförmige Konidien kommen nebeneinander vor. An der Basis sind die von den Traghyphen durch eine Scheidewand abgegrenzten Konidien abgerundet, verschmälert und fast keulig, an der Spitze abgerundet, abgestutzt oder fast zitzenförmig. Eine zarte, wagerechte oder schiefe Scheidewand gliedert die Konidien in zwei Zellen, die nur selten die gleiche Grösse besitzen; bald ist die untere, bald die obere Zelle bedeutend grösser. An den Scheidewänden sind die Konidien zumeist, aber nicht immer, mehr oder weniger eingeschnürt. Die Membran der Konidien ist dünn und glatt, der Inhalt stark lichtbrechend und feinkörnig. Die Länge der Konidien beträgt 14 bis 23 $\mu$, ihre Breite 9 bis 11 $\mu$. Die Konidien werden in grosser Zahl ausgebildet; sie lösen sich von den Traghyphen nicht unschwer ab. Abgefallene Konidien sieht man nicht selten im Epithecium der deformierten Schlauchfrüchte liegen. Oft fällt eine der Konidien ab, während die

andere ihrer Traghyphe noch anhafteten; liegt dann die konidienlose Traghyphe nicht in der Ebene des Schnittes, so hat es leicht den Anschein, als ob nur eine Konidie und nur eine Traghyphe zur Ausbildung gelangt wäre.

*Lindauopsis* ist ein Organismus, welcher der Aufmerksamkeit der Lichenologen bisher nicht entgangen ist, nur wurde er nicht richtig gedeutet und seine Natur mit voller Schärfe erkannt, was bei der Schwierigkeit, welche sich seiner Untersuchung entgegenstellt, leicht erklärlich ist. STEINER[1]) fand den Parasiten vor wenigen Jahren auf einem aus Algier stammenden Exemplare der *Caloplaca callopisma* (Ach) Th. Fr. und beschrieb ihn ausführlich. seine Darstellung stimmt in den wesentlichen Punkten mit meinen Befunden völlig überein, nur in der Deutung gehen unsere Anschauungen auseinander. Auch STEINER konnte keinen Zusammenhang der konidienbildenden Hyphen mit den hypothecialen Hyphen oder mit den ascogenen Hyphen der Flechte nachweisen; da er jedoch die fremden Hyphen nie durch die Maschen des Hypotheciums verlaufen sah und ebensowenig ein Eindringen derselben in das subhypotheciale Gewebe auffinden konnte, gelangte er zu dem Schluss, dass die eigenartigen Hyphen dem thecialen Gewebe selbst angehören, und somit von einem parasitischen Pilz kaum die Rede sein kann. STEINER sagt dann weiter, dass, wenn die eigenartigen Hyphen mit den hypothecialen Hyphen im Zusammenhang stehen würden, das Ganze nur als eine, allerdings abnorme Entstehung von Konidien im gewöhnlichen Sinne aufgefasst werden könnte; wenn jedoch die Traghyphen (im Sinne STEINER's) wirklich den ascogenen Hyphen entspringen sollten, so würde der Organismus Makrokonidien der Flechte darstellen, welche entwicklungsgeschichtlich den Schläuchen entsprächen und geradezu als eine vereinfachte Modifikation derselben anzusehen wären. STEINER hat bei seinen Untersuchungen die in der Lichenologie allgemein üblichen Reagenzien verwendet, von einem Färben der Schnitte jedoch abgesehen. Ich habe es mit dem Färben der Präparate versucht, und der Erfolg war ein günstiger. Die Schnitte wurden zunächst mit verdünnter Kalilauge behandelt, wodurch das körnige Epithecium, welches tief in das Hymenium eindringt und die Klarheit des Bildes stört, gelöst und durch Waschen mit Wasser entfernt wurde; dann färbte ich mit Fuchsin. Der neuerdings mit Wasser ausgewaschene Schnitt gab dann klare und deutliche Bilder, in welchen die Hyphen des Parasiten, welche den Farbstoff in grosser Menge aufspeichern, durch ihre intensive Färbung von den nur wenig und blass gefärbten

1) STEINER, Über die Funktion und den systematischen Wert der Pyknokonidien der Flechten. (S.-A. Festschrift zur Feier des zweihundertjährigen Bestandes des k. k. Staatsgymnasiums im VIII. Bezirke Wiens, Wien 1901) S. 31—33.

Hyphen der Flechte sich scharf abhoben. Das konidienbildende Hyphensystem stellt sich in den gefärbten Präparaten als ein geschlossenes Ganzes dar, welches mit den Hyphen der Flechte in keinerlei Verbindung steht und welches, aus dem Hymenium herausgehoben, ein in seiner Umgrenzung durch die Gestalt des Hymeniums bestimmtes Räschen bilden würde. Nachdem nun jeder Zusammenhang mit den Hyphen der Schlauchfrucht und den angrenzenden Geweben der Flechte fehlt, scheint mir die Annahme, dass das konidienbildende Hyphensystem einem parasitischen Pilze angehöre, hinreichend erhärtet zu sein. Für die Pilznatur dieses Organismus sprechen auch die kugeligen und, wie es scheint, ablösbaren seitlichen Ausstülpungen der Hyphen, welche an den Basidien der Makro- und Pyknokonidien der Flechten bisher nie beobachtet wurden.

Die Infektion dürfte wahrscheinlich derart erfolgen, dass eine abgelöste reife Konidie auf die Scheibe der jungen Flechtenapothecien fällt, im Epithecium derselben festgehalten wird, dort auskeimt und zunächst einen Keimschlauch in die Tiefe des Hymeniums treibt, sich dort im wagerechten Sinne ausbreitet und endlich die aufrechten und konidientragenden Hyphen ausbildet.

Es erübrigt noch, einiges über die systematische Stellung des Pilzes zu sagen. Er gehört den Hyphomyceten an und ist in dem künstlichen System bei den Mucedinaceae-Hyalodidymae unterzubringen. LINDAU's[1]) Einteilung dieser Gruppe folgend wäre er neben die Gattung *Didymaria* Corda zu stellen, von welcher er sich durch die wiederholt dichotom geteilten Hyphen und durch die Ausbildung der Konidien in der Zweizahl wesentlich unterscheidet.

Zum Schluss möge noch eine lateinische Diagnose des neuen Pilzes folgen.

### Lindauopsis A. Zahlbr. nov. gen.

Fungus in hymenio lichenum parasitans, hyphis dichotome divisis, flaccidis, inaequalibus (non cylindricis), decoloribus, lateraliter gemmiferis, apice furcatis, conidiis binis, terminalibus, hyalinis, uniseptatis, membrana tenui et laevi cinctis.

### Lindauopsis Caloplacae A. Zahlbr.

Hyphae crebre dichotome divisae, fere totum hymenium occupantes, leptodermaticae, 1,8—3,5 $\mu$ crassae, septatae, cellulis 8—30 $\mu$ longis, gemmis globosis vel subglobosis solitariis vel aggregatis obsitae; conidia obovalia, pyriformia, ellipsoidea vel solaeformia, ad septum interdum constricta, 14—23 $\mu$ longa et 9—11 $\mu$ lata.

1) ENGLER-PRANTL, Natürliche Pflanzenfamilien, 1. Teil, 1. Abteilung, S. 444—445.

In hymenio *Caloplacae callopismatis* parasitans et apothecia deformans.

Area geographica: regio mediterranea, in insula Creta (STURANY), Algeria.

Wien, Bot. Abteilung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums.

**Erklärung der Abbildungen.**

*Lindauopsis Caloplacae* A. Zahlbr.

Fig. 1. Medianer Querschnitt durch ein befallenes Apothecium. Vergr. 100.
„ 2. Hyphen des Pilzes. Vergr. 1000.
„ 3. Konidien. Vergr. 1000.
„ 4. Traghyphen mit Konidien. Vergr. 1000.

## 21. L. Marchlewski: Über die chemischen Beziehungen zwischen Blatt- und Blutfarbstoff.

Eingegangen am 19. März 1906.

Unter obigem Titel erschien an dieser Stelle eine Mitteilung von W. KÜSTER[1]), in welcher der Verfasser seine Verdienste bezüglich der Aufklärung der „Konstitution des Hämatins und damit der Chlorophyllderivate“ beleuchtet. Die Mitteilung war mir leider entgangen und obwohl kein Freund von Prioritätsstreiten, so kann ich doch in diesem Falle nicht unterlassen, auf KÜSTER's zu weit ausgreifende Ansprüche in Kürze einzugehen und ihn in die richtigen Schranken zu versetzen.

Dass der Blutfarbstoff in einer gewissen Beziehung zum Pyrrol steht, wurde zum erstenmal von SCHUNCK und mir[2]) erwiesen. Dies wurde auch seinerzeit von KÜSTER anerkannt, indem er seine Oxydationsbefunde in Einklang mit dieser „Pyrrolconception“ zu stellen suchte. Die Tatsache, dass der Blutfarbstoff und das Chlorophyll als in irgendwelcher Beziehung zum Pyrrol stehende Stoffe aufzufassen sind, wäre natürlich für die gegenseitigen näheren Beziehungen beider von keiner weiteren Bedeutung, wenn nicht weitere wichtige Tatsachen hinzukämen. Wie SCHUNCK und ich zeigten, steht bekanntlich das Phylloporphyrin zum Hämatoporphyrin in naher Beziehung, was nicht nur durch die Ähnlichkeit ihrer empirischen Formeln[3]), sondern auch (und das ist die Hauptsache) durch die frappante Ähnlichkeit ihrer sehr komplizierten Spektra bewiesen

1) Band XXII, p. 339 (1904).

2) Proc. Royal Society 59, 233 (1896). LIEBIG's Annalen 290, 306 (1896).

3) Hämatoporphyrin $C_{16}H_{18}N_2O_3$. Phylloporphyrin $C_{16}H_{18}N_2O$.

wurde. Die Strenge dieses spektral-analytischen Beweises kann allerdings nur von denjenigen richtig gewürdigt werden, die diese Spektra selbst beobachtet haben. Die Sache ist nicht so einfach, wie sich manche vorstellen, und dies erklärt auch, warum sogar in den neuesten Handbüchern das Hämatoporphyrinspektrum falsch beschrieben wird. Amüsant ist es allerdings, dass nach unseren diesbezüglichen Publikationen das siebenbandige Spektrum des Hämatoporphyrins von neuem entdeckt wurde.[1])

Nach dieser Publikation von SCHUNCK und mir[2]) war die chemische Verwandtschaft von Hämatoporphyrin und Phylloporphyrin absolut sicher gestellt, und bereits in demselben Jahre (1896) war diese Entdeckung infolge ihrer biologischen Wichtigkeit nicht nur in der wissenschaftlichen Literatur, sondern auch in der Tagespresse vielfach besprochen worden. Durch meine späteren, zum Teil mit NENCKI[3]) ausgeführten Untersuchungen wurde dieses Hauptresultat der damaligen Chlorophyllforschung lediglich durch neue Beweise erhärtet. Mit der Entdeckung der chemischen Beziehungen zwischen Blatt- und Blutfarbstoff hatte also KÜSTER durchaus nichts zu tun, und ich kann nicht umhin, meinem Befremden Ausdruck zu geben, dass er es für angezeigt hielt, seine Reklamation gegen CZAPEK derartig zu betiteln.

Wieweit auch in Zukunft die Konstitutionsforschung des Blutfarbstoffs vorschreiten mag, die Möglichkeit, die erhaltenen Resultate auf die Chlorophyllchemie überhaupt zu übertragen, wurde von SCHUNCK und mir gegeben, was in Anbetracht der enormen technischen Schwierigkeiten dieses Gebietes doch wohl nicht gleichgültig ist. Angesichts dieses Faktums erscheint mir die Behauptung KÜSTER's, die in Tübingen über den Blutfarbstoff ausgeführten Arbeiten hätten bisher das Wesentlichste zur Erkennung der chemischen Konstitution des Hämatins und damit der Chlorophyllderivate beigetragen, doch sehr übertrieben zu sein.

Ich verstehe sehr wohl, das KÜSTER für seine Oxydationsversuche und Säuren die grösste Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen will, sie sind ohne Frage ein Beweis grosser experimenteller Fertigkeit ihres Entdeckers, aber die Aufklärung der Konstitution dieser einfachen Produkte bedeutet für die Konstitution der uns interessierenden Farbstoffe noch herzlich wenig. Nach wie vor wissen wir einzig und allein so viel, dass der Blutfarbstoff und das Chlorophyll in gewisser

1) ARTHUR SCHULZ, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1904. Suppl. 271–86.

2) Über meinen Anteil an dieser Entdeckung äusserte sich SCHUNCK folgendermassen: „This discovery was made in my laboratory, but the merit of it is chiefly due to my esteemed friend and former collaborator Dr. MARCHLEWSKI.“ J. of the Society of chem. Ind. 1897, p. 590.

3) Ber. der deutschen chem. Gesellsch. **34**, 997 (1901), Journal für prakt. Chemie [2] **65**, 161 (1902).

Beziehung zum Pyrrol stehen, und dass das von Nencki und Zaleski entdeckte Hämopyrrol wirklich ein Pyrrolabkömmling ist, habe ich durch die Entdeckung seiner Azoderivate mit meinen Mitarbeitern[1]) so gut wie bewiesen, während über die Möglichkeit, die Hämatinsäuren tatsächlich mit dem Pyrrol zu koordinieren, erst die Plancherschen Versuche entschieden haben.

Krakau, im März 1906.

---

## 22. H. Paul: Zur Kalkfeindlichkeitsfrage der Torfmoose.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 22. März 1906.

Seit langer Zeit galten die Torfmoose (*Sphagna*) als ausgesprochen kalkfeindliche Pflanzen, welche Ansicht auch durchaus berechtigt erschien, da die von ihnen besiedelten Substrate in der Tat sehr wenig Gehalt an Kalk aufweisen. Besonders gestützt wurde diese Anschauung ausser von anderen, deren Ausführungen hier übergangen werden, da ich später an anderer Stelle ausführlicher darauf eingehen möchte, von Sendtner (1), der angab, dass seine Versuche, die Torfmoose in kalkreichem Wasser zu kultivieren, stets misslungen wären. So schien die Frage nach der Kalkfeindlichkeit der Sphagna durchaus in bejahendem Sinne gelöst.

Um so mehr musste es Wunder nehmen, als C. A. Weber (2) folgendes kundgab: „Dass der Kalkgehalt derartiger Gewässer den Torfmoosen unmittelbar verderblich sei, ist eine Behauptung, die bei den allermeisten durch den Kulturversuch widerlegt wird. Ich habe *S. cymbifolium*, *fuscum*, *acutifolium*, *recurvum*, *fimbriatum* und *platyphyllum* mehrere Jahre lang in meinen Kulturzylindern am Fenster freudig gedeihen sehen, obwohl ich die Pflanzen teils mit Kalkpulver geradezu imprägniert hatte, teils mit dem sehr kalkreichen Weserwasser regelmässig befeuchtete. *S. recurvum* hat unter dieser Behandlung sogar fruktifiziert, obwohl die sonstigen Kulturbedingungen (namentlich die Beleuchtung) nicht allzu günstig waren. Nur *S. medium* ist mir bei der unmittelbaren Berührung mit Kalkpulver zugrunde gegangen, vertrug aber das Weserwasser." [Zitiert von Graebner (4, 5), Düggeli (6), Solms-Laubach (7)].

1) Hetper, Goldmann, Marchlewski: Zur Kenntnis des Blutfarbstoffes. Dritte Mitteilung. Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie. 1905, p. 279.

Auch GRAEBNER (3, 4, 5) behauptete ähnliche Erfahrungen gemacht zu haben und schloss daraus, dass nicht der minimale Kalkgehalt des den Sphagnen an ihren Standorten zu Gebote stehenden Wassers der ausschlaggebende Faktor für das Gedeihen der Torfmoose wäre, sondern der niedere Nährsalzgehalt im allgemeinen. Er berief sich dabei auf die Angaben RAMANN's (8), dass die Sphagna erst bei einem Salzgehalt, der 3—4 Teile auf 100 000 Teile Wasser nicht übersteigt, dauernd zu vegetieren vermögen.

Schon vorher war ÖHLMANN (9) zu anderen Resultaten als WEBER und GRAEBNER gelangt. Er hatte sich mit der vegetativen Vermehrung der Torfmoose beschäftigt und gefunden, dass eine solche in Nährlösungen mit kohlensaurem Kalk allein nicht mehr möglich ist. Diese Tatsache scheint GRAEBNER unbekannt geblieben zu sein, wie überhaupt diese auch sonst sehr interessante Arbeit wenig bekannt geworden ist. Sie wurde meines Wissens bisher nur von JOST (10) zitiert.

Später beschäftigte sich DÜGGELI (6) mit der Frage und kam hinsichtlich des Verhaltens der Torfmoose gegen Kalk zu denselben Resultaten wie SENDTNER. Doch erwiesen sich auch andere Mineralsalzlösungen nach seinen Versuchen als schädlich, wenn er damit die *Sphagnum*-Polster an Ort und Stelle im Moore begoss. Deswegen glaubte er, sich GRAEBNER anschliessen und die Torfmoose als mineralstofffeindlich bezeichnen zu müssen.

Dies war der Stand der Frage, als ich mich damit zu beschäftigen begann. Es lag mir zunächt daran, den exakten Nachweis zu bringen, ob die Sphagna in Lösungen von kohlensaurem Kalk absterben oder nicht. In einigen Vorversuchen, die im wesentlichen eine Wiederholung der SENDTNER'schen waren, konnte ich ermitteln, dass *Sphagnum subbicolor*, *subsecundum* und *medium* im kalkreichen Münchener Leitungswasser abstarben.

Doch konnte letzteres auch noch andere Salze enthalten, und deshalb versuchte ich *S. cuspidatum* var. *falcatum* und *S. medium* in einer gesättigten Lösung von kohlensaurem Kalk in destilliertem Wasser zu kultivieren. Wie ich damals berichtete (11), starben die beiden Moose ab, und daraus geht schon hervor, was SENDTNER behauptet hatte, dass nämlich Torfmoose gegen gelösten kohlensauren Kalk sehr empfindlich sind.

Es kam nun darauf an, zu sehen, ob sich alle *Sphagnum*-Arten gleichmässig empfindlich dagegen verhalten und bei welchen Konzentrationsgraden das Absterben erfolgt. Zu diesem Zwecke setzte ich eine grosse Zahl von Kulturen mit acht Arten in Reihen mit steigender Konzentration in kleinen Intervallen an. Die Kalklösung stellte ich durch längeres Einleiten eines Kohlensäurestromes durch destilliertes, mit kohlensaurem Kalk im Überschuss versetztes Wasser

her. Nach Filtrierung wurde der Gehalt an gelöstem Kalk teils durch Abdampfen und Wägung, teils auf titrimetrischem Wege durch meinen Kollegen Dr. GULLY, dem ich dafür bestens danke, ermittelt. Die Resultate dieser Versuche sind in folgender Tabelle übersichtlich zusammengestellt:

| Nummer | Spezies | Abgestorben bei *mg* im Liter | | Standort |
|---|---|---|---|---|
| | | $CaCO_3$ | CaO | |
| 1 | *Sphagnum rubellum* . . . | 77 | 43 | Hochmoorbulte |
| 2 | „ *papillosum* . . | 89 | 50 | „ |
| 3 | „ *molluscum* . . | 89 | 50 | „ |
| 4 | „ *medium* . . . . | 134 | 75 | „ |
| 5 | „ *Dusenii* . . . . | 178 | 100 | Hochmoorschlenken |
| 6 | „ *acutifolium* . . | 223 | 125 | Waldmoor |
| 7 | „ *platyphyllum* . | 223 | 125 | Flachmoor |
| 8 | „ *recurvum* . . . | 312 | 175 | In jeder Moorform |

In den Zahlen der vierten Kolonne ist der zu den Zahlen der dritten gehörige Gehalt an Ca O berechnet; sie sind nur der Vollständigkeit wegen angeführt.

Ich möchte zur Tabelle gleich bemerken, dass diese Zahlen nicht als absolute Grenzwerte zu betrachten sind; sie geben nur den Konzentrationsgrad an, bei welchem zuerst das Absterben beobachtet wurde, und sind infolgedessen etwas zu hoch. Die wirklichen Grenzzahlen liegen zwischen ihnen und den Zahlen, die den nächstvorhergehenden Kulturen entsprechen, in denen die Torfmoose noch am Leben geblieben waren.

Aus der Tabelle ergibt sich zunächst wieder, dass die Sphagna sehr empfindlich gegen Lösungen von $CaCO_3$ sind; denn selbst die höchste erreichte Grenze von 0,03 pCt. stellt eine verhältnismässig niedrige Zahl dar. Diese Tatsache steht also mit den Angaben WEBER's im Widerspruch. Ich kann mir seinen Befund nur durch die Annahme erklären, dass sich von dem Kalk in seinen Kulturzylindern nichts oder nur äusserst wenig gelöst hat, denn nur in stark kohlensäurehaltigem Wasser löst sich $CaCO_3$. Und da das Wasser in Kulturgläsern wenig $CO_2$ aus der Luft aufnehmen kann, weil diese meist ruhig stehen bleiben und die Berührungsfläche des Wassers mit der Luft deshalb klein ist, wird die Lösung von $CaCO_3$ unter solchen Verhältnissen niemals den für die Torfmoose schädlichen Grad erreichen.

Ich werde in dieser Ansicht noch bestärkt durch die von SOLMS-

LAUBACH (7) zitierte Angabe WEBER's, dass die Anwesenheit anderer Pflanzen in seinen Kalkkulturen die Torfmoose zum Absterben brachte. Wahrscheinlich ist durch die Wurzeln dieser Pflanzen Kalk bis zur Erreichung des Schädlichkeitsgrades in Lösung gebracht worden.

Dass die Torfmoose im kalkreichen Weserwasser gedeihen, wie WEBER angibt, ist mir in Hinsicht auf obige Erfahrungen unklar. Leider teilt er den Gehalt des Weserwassers an Kalk nicht zahlenmässig mit; vielleicht ist auch auf die Form, in der er darin enthalten ist, bei der Bestimmung nicht Rücksicht genommen worden. Wenn er als schwefelsaures Salz vorhanden ist, klärt sich die Sachlage sofort vollständig auf, denn nach meinen Feststellungen wirkt Gips absolut unschädlich selbst bei fast gesättigter Lösung, bei 2,02 *g* im Liter, was einem Gehalt von 0,832 *g* CaO entspricht. Letztere Zahl ist zum Vergleich mit obiger Tabelle angeführt.

Aus dieser geht aber noch hervor, dass sich die einzelnen Torfmoosarten sehr verschieden gegen Kalklösungen verhalten, und zwar ergibt sich eine merkwürdige Übereinstimmung mit ihrem Vorkommen. Während die Sphagnen der Hochmoorbulte sehr empfindlich dagegen sind, können die der Hochmoorschlenken schon mehr gelösten kohlensauren Kalk vertragen. Die im Flachmoor und Waldmoor wachsenden Arten verhalten sich gleich; am wenigsten empfindlich erwies sich jedoch *S. recurvum*, was nicht wunderbar erscheint, da das Moos in bezug auf den Standort wenig wählerisch ist. Es kann sowohl im Hochmoor als im Flach- und Waldmoor gedeihen.

Auch ÖHLMANN (9) hatte schon Ähnliches beobachtet, doch ist er auf anderem Wege zu seinen Resultaten gelangt, so dass sich seine Angaben mit den meinigen nicht direkt vergleichen lassen.

Auffallend mag erscheinen, dass *S. medium* sich als etwas weniger empfindlich erwies als die übrigen Torfmoose der Hochmoorbulte, während es von WEBER (2) als besonders empfindlich hingestellt wurde. Das zu den Kulturen verwandte Material stammt jedoch nicht von der Spitze eines Moorbultes, sondern vom Rande einer Schlenke, so dass das Ergebnis von dieser Hinsicht aus beurteilt werden muss. Es ist nämlich durchaus nicht gleichgültig, woher man das Material entnimmt; nach meinen Erfahrungen findet nach und nach bis zu einem gewissen Grade Gewöhnung der einzelnen Arten an verschiedene Standorte statt. In unserem Falle verhält sich *S. medium* annäherungsweise wie ein Schlenkenmoos, was sich im Ertragen einer etwas höheren Konzentration von $CaCO_3$-Lösung äussert. Über diesen Gegenstand werden noch einige Versuche in der Hauptarbeit mitgeteilt werden.

Am wenigsten erträgt *S. rubellum* den gelösten kohlensauren Kalk;

schon bei 77 *mg* im Liter, also in einer 0,0077prozentigen Lösung stirbt es ab. An diesem Moos machte ich nun folgende interessante Beobachtung. Der schädigende Einfluss der Kalklösung auf die Sphagna macht sich bekanntlich zunächt durch Veränderung des vielen Arten zukommenden Farbstoffes geltend, und zwar am kenntlichsten bei solchen mit rotem. *S. rubellum* besitzt nun von den untersuchten Arten die rote Farbe in reinster Ausprägung; es ist ein schönes Karmoisinrot.

Bei Anwendung von Kalklösung verändert sich der rote Farbenton in einen blauen, und zwar desto intensiveren, je stärker die Lösung ist. So lange die blaue Farbe noch nicht auftritt, sterben die Pflanzen auch nicht ab; deswegen ist diese Erscheinung wenigstens bei *S. rubellum* ein Kriterium, nach welchem schon bald nach dem Ansetzen der Kulturen auf das Lebendigbleiben oder Absterben der Pflanzen geschlossen werden kann. Dieser rote Membranfarbstoff verhält sich genau wie roter Lackmus und ist ein empfindlicher Indikator für Alkalien; da nun Lösung von $CaCO_3$ (oder besser $Ca(HCO_3)_2$) schwach alkalisch reagiert, erklärt sich die Veränderung des roten Farbstoffes in den blauen, der im Tode einer schwärzlichen Schmutzfarbe Platz macht.

In welcher Weise die verschiedenen Konzentrationen von Kalklösungen die Sphagna schädigen, sei an *S. recurvum* dargelegt. Zu Anfang der Versuche liegen die Pflanzen wagerecht in der Lösung, bis sie sich nach einigen Tagen dicht unter dem Köpfchen negativ geotropisch aufbiegen, soweit sie noch dazu imstande sind. Um ein schnelleres Wachstum zu erzielen, stellte ich die Kulturen nicht an das Fenster, sondern in ein Regal, das sich etwas entfernt von diesem befand, und die Pfläuzchen wurden dadurch zu etioliertem Auswachsen genötigt. Auf diese Weise war ich imstande eine etwa eingetretene Schädigung leichter zu erkennen, was besonders bei den langsamer wachsenden und sich weniger streckenden Arten, zu denen auch *Sphagnum medium* gehört, von grossem Vorteil ist. Ausser einer stärkeren Streckung der Internodien und dem Kürzerwerden der Äste erfahren ja die Torfmoose bei der Etiolierung keine erheblichere Veränderung, da die Bildung des Chlorophylls bei ihnen im Dunkeln nicht verhindert wird.

Am Schluss der Versuche (nach 30 Tagen) nahm ich Messungen der aufgebogenen und ausgewachsenen Stämmchen vor, welche bei *Sphagnum recurvum* das in der Tabelle auf S. 153 erhaltene Resultat ergaben.

Nach allen diesen Erfahrungen hat sich also bestätigt, dass sich die Torfmoose gegen kohlensauren Kalk sehr empfindlich verhalten. Ob sie aber auch allgemein mineralstofffeindlich sind, geht natürlich daraus nicht hervor. Auffällig ist allerdings, dass Gips in so grosser

| Gehalt der Lösung an *mg* $CaCO_3$ im Liter | Länge der Stämmchen und sonstige Veränderungen |
|---|---|
| 0 | durchschnittlich 8 *cm* |
| 22 | „ 8 „ |
| 45 | „ 6 „ |
| 67 | „ 4 „ |
| 89 | „ 3 „ |
| 112 | „ 2,5 „ |
| 134 | „ 1,5 „ |
| 156 | „ 1 „ |
| 178 | „ 0,5 „ |
| 223 | noch grün, doch nur wenige Köpfchen aufgebogen |
| 268 | „ „ „ „ 1 Kopf aufgebogen |
| 312 | kein Kopf aufgebogen, abgestorben |

Menge vertragen wird, und schon daraus glaube ich herleiten zu dürfen, dass die Ansicht GRAEBNER's nicht in vollem Umfange zutreffend ist.

Es sei hier die betreffende Stelle in seiner neuesten Arbeit (5) zitiert, weil daraus seine Meinung am besten ersichtlich ist. Gestützt auf die Versuche WEBER's sagt er dort: „Die Sage von der Kalkfeindlichkeit der Sphagnen ..... ist damit wohl endgültig zu Grabe getragen. Dass andererseits manche Kalkverbindungen (anscheinend besonders gewisse Kalksalze) sich den übrigen Nährsalzen ähnlich verhalten, indem bei einer bestimmten Konzentration ein Eingehen der nährstofffeindlichen Pflanzen erfolgt, beweisen, wie mir Herr Professor RAMANN freundlichst mitteilt, von ihm ausgeführte Kulturen, bei denen die Mehrzahl der Sphagnen starben. Jedenfalls ist sicher die hohe Konzentration eines einzelnen oder mehrerer Nährsalze usw. (gleichgültig ob Kalksalze oder anderer) das Ausschlaggebende für das Gedeihen oder Nichtgedeihen dieser empfindlichsten aller Pflanzen.“

Beiläufig sei hier bemerkt, dass Herr Professor RAMANN selbst die von GRAEBNER erwähnten Versuche nicht ausgeführt, sondern die meinigen gesehen und darüber GRAEBNER Mitteilung gemacht hat; irrtümlich ist RAMANN als Urheber genannt.

Nicht Kalksalze im allgemeinen, sondern in erster Linie der weitverbreitete kohlensaure Kalk, der bei Verarmung des Moorbodens in der Regel zuerst sich vermindert (12), ist den Sphagnen schon in recht geringer Menge schädlich. Dazu kommt noch der Umstand, dass einige Kalisalze im Verhältnis zu $CaCO_3$ in geradezu gewaltiger Menge ertragen werden, und dass ein Absterben von *Sphagnum*

*medium* erst bei einer dreissigmal so grossen Konzentration beobachtet wurde, während sich andererseits manche Phosphorverbindungen in äusserst minimalen Quantitäten als schädlich erwiesen.

Es besteht also ein Unterschied in der Wirkung der einzelnen Mineralsalze auf die Sphagna. Und wenngleich zugegeben werden muss, dass in Hochmoorwässern ein gleichmässig niedriger Gehalt an allen Nährstoffen vorhanden ist, der die durch Kulturversuche ermittelten Zahlen niemals erreicht, so ist doch auch der Fall möglich, dass ein Gewässer den Sphagnen unschädliche Stoffe in grosser Menge enthält, und dass diese ungeachtet des Mineralstoffreichtums darin gedeihen, weil eben die schädlichen Stoffe fehlen oder nur in untergeordneter Menge vorhanden sind. Doch sind das nur theoretische Erwägungen, und erst durch weitere Untersuchungen kann Klarheit in der Frage geschaffen werden, deren Lösung durchaus nicht so einfach ist, wie man nach GRAEBNER's Darstellungen vermuten möchte.

In dieser vorläufigen Mitteilung lag mir hauptsächlich daran, den Nachweis zu bringen, dass Lösungen von kohlensaurem Kalk schon in kleinen Mengen den Torfmoosen schädlich sind; die genaueren Angaben über diese Versuche sowie das Verhalten der Torfmoose gegen eine Anzahl anderer Stoffe wird in der Hauptarbeit veröffentlicht werden.

## Benutzte Literatur.


(1) SENDTNER, O., Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns, 1854.

(2) WEBER, C. A., Jahresberichte der Männer vom Morgenstern. Heimatbund an der Elb- und Wesermündung. 1900

(3) GRAEBNER, P., Bildung natürlicher Vegetationsformen im norddeutschen Flachlande (Arch. der Brandenburgia IV, 1898).

(4) —, Die Heide Norddeutschlands (Leipzig 1901)

(5) —, Handbuch der Heidekultur (Leipzig 1904).

(6) DÜGGELI, M., Pflanzengeographische und wirtschaftliche Monographie des Sihltales bei Einsiedeln. Diss. Zürich, 1903.

(7) SOLMS-LAUBACH, H. Graf ZU, Die leitenden Gesichtspunkte einer allgemeinen Pflanzengeographie in kurzer Darstellung, Leipzig 1905.

(8) RAMANN, E., Organogene Ablagerungen der Jetztzeit (Neues Jahrb. für Mineralogie etc. Beil.-Bd. X. 1895).

(9) OEHLMANN, V., Vegetative Fortpflanzung der Sphagnaceen nebst ihrem Verhalten gegen Kalk. Diss. Freiburg. 1898.

(10) JOST, L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Jena 1904.

(11) PAUL, H., Vorläufige Mitteilung über die Kalkfeindlichkeit der Sphagna. (Bericht über die Arbeiten der k. b. Moorkulturanstalt im Jahre 1903).

(12) GULLY, E., Mitteilung aus dem chemischen Laboratorium der Moorkulturanstalt (Bericht über die Arbeiten der k. b. Moorkulturanstalt im Jahre 1904).

# 23. N. Gaidukov: Weitere Untersuchungen mit Hilfe des Ultramikroskopes nach Siedentopf.

(Vorläufige Mitteilung.)

Eingegangen am 24. März 1906.

Es ist allgemein bekannt, dass die Bewegung des Protoplasmas bei sehr wenigen Objekten zu sehen ist. Dagegen habe ich bei der ultramikroskopischen Untersuchung diese Bewegung bei fast allen Objekten, die ich bis jetzt untersucht habe, beobachtet, z. B. bei *Spirogyra*, *Cladophora*, *Mesocarpus*, *Oscillaria*, *Chlamydomonas*, *Chromulina* usw. Die Protoplasmabewegung unterscheidet sich bei ultramikroskopischer Untersuchung sehr stark von dem, was bei gewöhnlicher mikroskopischer Untersuchung zu sehen ist. Zuerst sieht man hauptsächlich Strom- und Rotationsbewegungen. Die genaue Untersuchung zeigt jedoch, dass dieselben noch komplizierter sind. Als Beispiel nehmen wir ein so klassisches Objekt wie *Vallisneria spiralis*. Sogar in den Zellen der *Vallisneria*, wo bei gewöhnlicher Beleuchtung keine Spur von Bewegung zu sehen ist, konnte ich bei der Dunkelfeldbeleuchtung die Plasmabewegung immer konstatieren. Ich sah auch, dass diese Bewegung nicht aus einfacher Rotation besteht, sondern aus sehr komplizierten Strombewegungen einzelner Teilchen. Eine Reihe solcher Teilchen bildet einen Strom, der sich nach der einen Richtung bewegt, während der andere Strom der Teilchen sich in entgegengesetzter Richtung bewegt.

Ich habe beobachtet, dass bei dieser Bewegung einzelne Teilchen ihre Form ändern. Sehr schön habe ich diese Bewegung bei den Plasmolyse-Versuchen beobachtet. Ich habe die Fäden von *Mesocarpus* und *Spirogyra* in konzentrierte Zuckerlösung gelegt. Im Anfang der Plasmolyse zeigte es sich, dass die Teilchen sich nach dem Zentrum der Zelle bewegten. Bei dieser Erscheinung nahmen die erst rundlichen Teilchen eine lange, wurmartige Form an. Dieselbe Bewegung zeigten auch die Chlorophyllteilchen. Ich sah sogar, dass die Chlorophyllteilchen, die eine längliche Form angenommen hatten, auf der Oberfläche des Chromatophores krochen.

Auch die Bewegung der Flagellaten (*Chlamydomonas*, *Bodo*, *Chromulina*) erscheint ultramikroskopisch ganz anders. Bevor die Bewegung des ganzen Körpers anfängt, merkt man eine lebhafte Bewegung der Protoplasmateilchen in der Gegend, die unter der Geissel und unter der Mundöffnung liegt. Dann kann man oft

merken, dass ein Klümpchen der Plasmateilchen aus dem Innern in die Peripherie der Zelle geht und sich auf der letzteren bewegt. Bei starker Bewegung der Flagellaten kann man die Bewegung der genannten Klümpchen, sowie auch die verschieden gerichteten Strombewegungen der Plasmateilchen innerhalb der Zelle beobachten. Bei einer Chrysomonade habe ich gesehen, dass das genannte Klümpchen fast ebenso breit war wie der ganze Körper. Doch bei gewöhnlicher Beleuchtung war der Körper der Chrysomonade rund, und es war keine Spur des genannten Klümpchens zu sehen. Ich sah auch, wie eine *Chromulina* auf einer Stelle rotierte und sich dabei mit einer protoplasmatischen Masse auf das Glas klebte. Bei komplizierter und schneller Bewegung der Flagellaten bleibt manchmal die Geissel, die ultramikroskopisch betrachtet fast keine Teilchen enthält, ganz still. Deswegen denke ich, dass diese Bewegungen hauptsächlich den genannten Plasmabewegungen zuzuschreiben sind.

Ich halte es für möglich, dass die Bewegung der ultramikroskopischen Plasmateilchen (Ultramikronen[1]) als die Ursache der Plasmabewegung anzusehen ist. Z. B. ähneln die „Protoplasmafäden" der *Spirogyra*-Zellen vollständig den Protoplasmaströmungen der *Trianaea* oder *Tradescantia*. Doch nur ultramikroskopisch kann man in den ersteren die Bewegung gut beobachten. Entgegengesetzte Strömungen der beweglichen Protoplasmateilchen sowie auch der Widerstand der Vakuolen, der Zellwand usw. verursachen die Bewegung des ganzen Plasmas, die nur selten sehr stark ist, wie z. B. bei *Vallisneria*, bei der das Plasma den Zellkern und die Chlorophyllkörner mit sich fortzieht.

Es ist nicht unmöglich, dass die erste Bewegung der Protoplasma-Ultramikronen die BROWN'sche ist. Im allgemeinen ist die ultramikroskopische Struktur des Plasmas der der kolloidalen Lösung bezw. Hydrosole ähnlich. Doch ist diese kolloidale Lösung durch eine ultramikroskopisch ziemlich strukturlose Schicht (Hyaloplasma) geschützt.

Es ist noch zu bemerken, dass es mir bis jetzt nur gelungen ist, den Zellinhalt der $CO_2$ assimilierenden Pflanzen ultramikroskopisch zu beobachten, weil die Zellwand bei diesen Pflanzen optisch ziemlich leer ist. Aber die Zellwand der kleinsten Bakterien sowie der Pilzhyphen hat eine so komplizierte Struktur, dass durch dieselbe der Zellinhalt nicht zu sehen ist. Dieser Unterschied der Zellwände hat eine biologische Bedeutung. Wie wäre es dem Lichte möglich, zu den Assimilationsorganen zu gelangen, wenn die Zellwand der genannten Pflanzen eine optisch komplizierte Struktur hätte? Bei

1) S. R. ZSIGMONDY, Zur Erkenntnis der Kolloide, S. 87.

mitunter lichtscheuen Bakterien und Pilzen liegt der Prozess natürlich ganz anders. Diese biologische Erklärung hat sich noch dadurch bestätigt, dass ich — auf Vorschlag von Herrn Prof. STAHL — die $CO_2$ assimilierenden Purpurbakterien untersuchte und fand, dass deren Zellwand optisch leer ist.

---

## 24. O. Rosenberg: Über die Embryobildung in der Gattung Hieracium.

Mit Tafel XI.

Eingegangen am 24. März 1906.

In Nr. 57 und 82, Band 22 dieser Berichte hat OSTENFELD einige sehr interessante Versuche mit verschiedenen *Hieracium*-Arten publiziert. Er fand erstens, dass zahlreiche Arten von Piloselloideen und Archihieracieen keimfähige Samen ohne Befruchtung hervorbrachten, dann machte er auch die wichtige Beobachtung, dass eine Art, *H. excellens*, befruchtet werden kann, indem nach Bestäubung der Narben mit Pollen einer anderen Art Samen gebildet werden, die zu Bastarden aufwachsen. Er vermutet, dass in *Hieracium* eine Art Apogamie vorliegt, eine Annahme, die auch später von MURBECK (1904) bestätigt worden ist. MURBECK fand, dass in einigen von ihm untersuchten *Hieracium*-Arten die Eizelle sich ohne Befruchtung zum Embryo ausbildet, dass also hier „der Embryo parthenogenetisch erzeugt wird".

Es ist klar, dass gerade der Umstand, dass in einigen *Hieracium*-Arten sowohl „Apogamie" wie auch Befruchtung der Eizelle vorkommen kann, sehr wichtig ist, und eine Untersuchung dieses Materials in cytologischer Hinsicht dürfte interessante Verhältnisse zutage fördern. Ich wurde auch von OSTENFELD aufgefordert, eine cytologische Untersuchung seines Materials vorzunehmen. Ein Bericht hierüber wird binnen kurzem in der „Botanisk Tidskrift" erscheinen. Ich möchte jedoch im voraus schon hier einige der wichtigeren Resultate, die sich ergeben haben, mitteilen.

In die Untersuchung sind verschiedene Spezies, hauptsächlich Piloselloiden, aufgenommen worden. Im folgenden werde ich jedoch nur zwei *Hieracium*-Arten besprechen, nämlich *H. excellens* und *flagellare*. OSTENFELD hatte gerade bei der erstgenannten Art gefunden, dass bei Bestäubung der Narben mit Pollen von *H. auran-*

*tiacum* oder *Pilosella* in einigen Fällen Samen gebildet wurden, aus denen ganz deutliche Bastarde der betreffenden Eltern entstanden. Ebenso bilden dieselben Arten auch bei Kastrierung keimfähige Samen.

*Hieracium excellens* kommt nur als weibliche Pflanze vor, wenigstens in den Botanischen Gärten zu Kopenhagen und Stockholm. Eine genauere Untersuchung der Antherenfächer hat jedoch gelehrt, dass in früheren Entwicklungsstadien typische Pollenmutterzellen und ganz sicher auch Tetradenteilungen vorkommen; auf den Reduktionsprozess selbst will ich hier nicht eingehen; derselbe zeigt einige bemerkenswerte Eigentümlichkeiten, die anderswo des näheren berücksichtigt werden sollen.

Ich werde unten nur auf die Bildung des Embryosackes und diesbezügliche Fragen zu sprechen kommen.

Die Zahl der Chromosomen bei der diploiden Generation ist 42 bei *H. flagellare* und 30 bis 35 bei *H. excellens*. Diese Angaben sind natürlich nur annähernd richtig, indem eine Unterscheidung der Chromosomen in den „typischen" Kernteilungen schwierig ist. Die Samenanlage ist ungefähr von demselben Bau wie bei anderen Cichorieen (vgl. JUEL, 1905). Besonders hervorzuheben ist aber, dass der Nucellus der genannten Spezies nur aus einer einzigen Zelle mit umgrenzender Epidermis besteht. Diese Archesporzelle stellt zugleich die Embryosackmutterzelle dar.

In den meisten Fällen meiner Untersuchung habe ich nun gefunden, dass diese Zelle eine normale Tetradenteilung durchmacht, wobei die Chromosomenzahl 21 bei *H. flagellare* und etwa 14 bei *H. excellens* (Fig. 1) auftritt. Es findet hier also in w e i t a u s  d e n  m e i s t e n  F ä l l e n  e i n e  R e d u k t i o n  d e r  C h r o m o s o m e n statt.

In anderen, aber sehr seltenen Fällen teilt sich die Embryosackmutterzelle nur einmal, und die eine dieser Tochterzellen entwickelt sich dann zum Embryosack. Obwohl noch nicht auf direkten Beobachtungen fussend, bin ich doch der Ansicht, dass in solchen Fällen eine Reduktion nicht stattgefunden hat, dass also hier ähnliche Verhältnisse vorliegen wie bei *Taraxacum* nach JUEL (1905). Gewisse Kernteilungsbilder in meinen Präparaten machen diese Annahme durchaus berechtigt. Doch will ich noch einmal bemerken, dass eine einmalige Teilung der Embryosackmutterzelle selten ist und gar nicht in Übereinstimmung mit dem Befunde von OSTENFELD zu bringen ist, nach welchem ein ziemlich grosser Prozentsatz der Samenanlagen keimfähige Samen beim Kastrieren, d. h. apogamisch liefern. Und die weitere Untersuchung der Embryosackentwicklung bei den genannten Arten zeigt mit gewünschter Deutlichkeit, dass die Embryobildung hier in einer ganz anderen und zwar einzig dastehenden Weise vor sich geht.

Gleichzeitig mit oder oft schon vor der Tetradenteilung sieht man eine Zelle an der Basis des Nucellus, oder noch tiefer in der Chalazaregion, die sich vergrössert hat und sich durch einen abweichenden Inhalt von den angrenzenden Zellen unterscheidet. Der Kern ist viel grösser und der Plasmainhalt ziemlich reichlich. Um es gleich zu sagen, ist das die Zelle, die sich zu einem embryosackähnlichen Gebilde entwickelt und allmählich die Embryosacktetrade verdrängt.

Fig. 3 zeigt einen Nucellus mit angrenzenden Teilen der Samenanlage. Die Tetradenteilung ist abgeschlossen, und bei *a* liegt eine grössere Zelle, deren embryonale Natur deutlich zutage tritt. In der Tetradenzelle treten schon Desorganisationszeichen auf. Der Inhalt zeigt grössere und kleinere, stark (mit Hämatoxylin) gefärbte Ballen. In Fig. 2 ist ein früheres, während in Fig. 4 ein späteres Stadium dargestellt ist, wo die genannte Zelle grösser ist und sich zwischen Nucellus und Integument drängt. Die Embryosacktetrade ist verdrängt, und die Zelle ist homogen durchfärbt, ein sicheres Zeichen für die Degeneration. Ein weiteres Stadium ist in Fig. 5 abgebildet; hier ist die Embryosacktetrade ganz zerdrückt, während die Zelle *a* der Fig. 3 zwischen Nucellus und Integument weit herangewachsen ist und deutliche Embryosackform zeigt. Dieselbe ist im 4-Kernstadium. Dergleichen Figuren sind bei *H. flagellare* sehr allgemein und schliessen jeden Zweifel über ihre Natur völlig aus. Schliesslich wächst die genannte Zelle zu einem bis auf alle Einzelheiten ganz embryosackähnlichen Gebilde heraus. Es folgt das 8-Kernstadium; die Antipoden, Synergiden und die Eizelle werden ganz normal ausgebildet, und zwei Polkerne wandern zu einander und legen sich aneinander, um später zu verschmelzen. Wenn man eine Samenanlage in diesem Stadium untersucht, so kann man keinen Unterschied von einer ganz typischen finden, denn das Nucellusgewebe ist schon völlig verdrängt und aufgelöst.

Später wächst die Eizelle dieses so gebildeten Embryosackes weiter, teilt sich und bildet in gewöhnlicher Weise den Embryo ohne Befruchtung.

Es fragt sich nun, wie man dieses Gebilde auffassen soll. Meiner Ansicht nach haben wir hier ein Beispiel, und wohl das erste von wirklicher Aposporie bei den Phanerogamen. Es handelt sich ja um eine Zelle ausserhalb des Sporangiums, die ohne Vermittlung von Sporen zu einem Gamophyt (Embryosack) heranwächst. In der Fig. 6 ist ein instruktives Beispiel hierfür gegeben; sogar eine Epidermiszelle des Nucellus (= Sporangiumwandzelle) wächst zum Embryosack aus.

In *H. flagellare* sind die weitaus meisten Embryosäcke dergleichen aposporische, während in *H. excellens* etwas weniger, doch gar nicht selten.

Allerdings ist die Bildung des aposporischen Embryosackes nicht immer so klar und einfach wie die beschriebene; denn der normale Embryosack kann sich auch gleichzeitig entwickeln, wodurch also zwei Embryosäcke entstehen. Andererseits sieht man oft Figuren, die auf eine Konkurrenz zwischen den beiden Embryosackanlagen hindeuten, wobei schliesslich der aposporische Embryosack in den ganz ausgewachsenen normalen Embryosack eindringt und ihn verdrängt. Dieses Verhalten des Embryosackes ist besonders noch interessant, wenn man die Chromosomenzahl in Betracht zieht. Wie schon gesagt, machen die weitaus meisten Embryosackmutterzellen eine Reduktionsteilung durch. In den Fällen, wo eine dieser Zellen zum Embryosack auswächst, was ja auch, freilich nur selten, vorkommt, muss dieselbe befruchtet werden, um weiterkommen zu können. Der aposporische Embryosack dagegen ist ja eine vegetative Zelle mit unreduzierter Chromosomenzahl, was auch direkt beobachtet worden ist, verhält sich in dieser Hinsicht also ebenso wie der apogamische Embryosack in *Taraxacum* und kann wie dieser ohne Befruchtung einen Embryo bilden.

Auch in den fertigen Samenkörnern kann man auf Gebilde stossen, welche für die genannte Konkurrenz zwischen zwei Embryosäcken sprechen. Oft sieht man zwei Embryonen, je einen in einem Embryosack. In solchen Fällen haben wir sowohl einen apogamischen wie einen aposporischen Embryosack vor uns, denn ich habe solche Fälle auch in kastrierten Blüten beobachtet. Besonders interessant sind schliesslich noch solche Fälle, wo deutlich zwei Embryosäcke in der Samenanlage vorkommen, und wo in dem einen ein typischer Embryo mit Endosperm entwickelt ist, in dem anderen dagegen nur Endosperm; der heranwachsende Embryo des typischen Embryosackes hat den Sieg behalten und nimmt nun alle Nahrung zu sich, wobei die aposporische Embryoanlage unterdrückt wird. Derartige Fälle sind aber selten, und für gewöhnlich ist es der aposporische Embryosack, dessen Eizelle zum Embryo des Samens wird.

Zusammenfassend möchte ich also für die von OSTENFELD in *H. excellens* gefundenen eigentümlichen Verhältnisse folgende Erklärung abgeben:

In den meisten Samenanlagen werden Tetradenteilungen mit reduzierter Zahl der Chromosomen ausgeführt. Einige so gebildete Embryosackanlagen wachsen zum Embryosack aus, der demnach ganz normal ist und befruchtet werden kann (vgl. *H. excellens* × *aurantiacum*). Im allgemeinen wird jedoch unter Verdrängung der typischen Embryosackanlage ein aposporischer Embryosack (nicht Embryo!) gebildet. Endlich, aber selten, werden auch apogamische Embryosäcke (wie bei *Taraxacum*) entwickelt. Diese beiden letztgenannten Formen bilden Eizellen mit der unreduzierten Chromosomenzahl, die ohne

Befruchtung zu Embryonen auswachsen (vergleiche Kastrierungsversuche).

*H. excellens* und *flagellare* verhalten sich betreffs der Embryobildung gewissermassen wie *Thalictrum purpurascens* (OVERTON), nur dass in *Hieracium* auch Aposporie in den meisten Samenanlagen vorkommt. Bemerkenswert sind hier also die verschiedenen Wege der Embryobildung, wodurch diese Pflanzen sich von allen früher beschriebenen parthenogenetischen Pflanzen unterscheiden.

---

## Literaturverzeichnis.


JUEL, H. O. (1905): Die Tetradenteilungen bei *Taraxacum* und anderen Cichorieen. K. Svenska Vet. Ak. Handl., Bd. 39, Nr. 4.

MURBECK, S. (1904): Parthenogenese bei den Gattungen *Taraxacum* und *Hieracium*. Botaniska Notiser. 1904.

OSTENFELD, C. H. (1904, a): Zur Kenntnis der Apogamie in der Gattung *Hieracium*. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 22. 1904.

— (1904, b): Weitere Beiträge zur Kenntnis der Fruchtentwicklung bei der Gattung *Hieracium*. Ibid. 22. 1904.

OVERTON, J. B. (1904): Über Parthenogenesis bei *Thalictrum purpurascens*. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 22. 1904.


---

### Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren 1 und 2 beziehen sich auf *Hieracium excellens*, die übrigen auf *H. flagellare*, und wurden mit Hilfe der ABBE'schen Camera lucida gezeichnet, unter Anwendung von ZEISS' Apochromat Homog. Imm. 1,5 *mm*, Compens.-Ocular 4 und 18 (für Fig. 1).

Fig. 1. Kernspindel der zweiten Teilung der Embryosackmutterzelle; 9 Chromosomen. In dem folgenden Schnitt waren noch 5 Chromosomen.

„ 2. Samenanlage mit Embryosackmutterzelle und aposporischer Embryosackanlage bei *a*.

„ 3. Embryosacktetrade; *a* wie in Fig. 2.

„ 4. Die aposporische Embryosackanlage verdrängt die Embryosacktetrade.

„ 5. Aposporischer Embryosack im 4-Kernstadium; bei *n* der desorganisierte Nucellus.

„ 6. Aposporische Embryosackanlage in der Epidermis des Nucellus.

# 25. C. Correns: Ein Vererbungsversuch mit Dimorphotheca pluvialis.

Mit einer Figur im Text.

Eingegangen am 25. März 1906.

In der zweiten Mitteilung über meine die Gynodiöcie betreffenden Untersuchungen[1]) habe ich es als sehr wahrscheinlich hingestellt, dass bei den gynomonöcischen Individuen der *Satureia hortensis* — und wohl auch bei denen der *Silene inflata* — die Unterschiede in der Zahl der weiblichen Blüten und in der Zeit ihres Auftretens nicht ausschliesslich von äusseren Bedingungen abhingen, sondern dass die gynomonöcischen Individuen in verschiedene, erblich fixierte Sippen (Linien) mit grösserer oder geringerer Neigung zur Produktion weiblicher Blüten gehörten. Den exakten Beweis für ihr Vorhandensein musste ich noch schuldig bleiben, doch ist er wohl in einem anderen Verwandtschaftskreis bereits erbracht: bei den gynomonöcischen Kompositen.

Ich denke dabei vor allem an das bekannte Experiment, das DE VRIES[2]) mit *Chrysanthemum segetum* angestellt hat, und in dem es unter anderm gelang, aus einem Gemisch von Sippen eine mit durchschnittlich 13strahligen und eine mit durchschnittlich 21strahligen Blütenköpfchen zu isolieren. Die Zahl der Strahlenblüten deckt sich aber bekanntlich mit der Zahl der weiblichen Blüten in den gynomonöcischen Köpfchen, und so beweist der Züchtungsversuch DE VRIES' auch die Existenz erblich konstanter, verschieden stark gynomonöcischer Sippen.

Ein Einwand lässt sich zurzeit freilich auch hier noch nicht ganz entkräften: Es sind meines Wissens bei *Chrysanthemum segetum* immer nur die ♀ Strahlenblüten und nicht auch die ☿ Scheibenblüten gezählt worden, und man könnte behaupten, dass auch die Zahl der Scheibenblüten bei der 21. Sippe entsprechend grösser sei als bei der 13. Sippe, dass also nicht die relative Zahl der

1) Weitere Untersuchungen über die Gynodiöcie. Diese Berichte, Bd. XXIII. S. 453 (1905).

2) Man vergleiche hierzu H. DE VRIES, Die Mutationstheorie, Bd. I, S. 523 bis 547. — Inzwischen hat F. LUDWIG (Festschrift für P. ASCHERSON, S. 296, 1904) nachgewiesen, dass ein Ausgangsmaterial, wie es DE VRIES durch Mischung der Samenproben verschiedener botanischer Gärten hergestellt hatte, auch im Freien, auf demselben Acker, vorkommen kann.

♀ Blüten, sondern die Gesamtzahl der Blüten überhaupt zugenommen habe.

Durch F. LUDWIG und andere Forscher[1]) ist es bekannt, dass mit der Zunahme der Zahl der Strahlenblüten bei den einen Kompositen auch die Zahl der Scheibenblüten steigt, bei den anderen sinkt; der Korrelationskoeffizent ist dann positiv oder negativ. Eine solche Korrelation wird hier auch bestehen; es ist aber sehr unwahrscheinlich, dass sie so gross ist, dass beiderlei Blüten im selben Masse an Zahl zunehmen. Denn der Zunahme der Strahlenblüten von 13 auf 21 würde dann, bei gleichbleibender Grösse der Einzelblüten, eine Zunahme des Scheibendurchmessers von drei auf vier, also um ein Drittel, entsprechen, die wohl sicher beobachtet wäre[2]); auch zeigt ja die weitere Steigerung von Pflanzen mit 21strahligen Köpfchen zu Pflanzen mit noch höherer Strahlenzahl, bis zu gefüllt blühenden, die DE VRIES gelang, deutlich, dass die Zunahme der Zahl der Scheibenblüten nicht mit der der Strahlenblüten Schritt hält. Wenn also auch die Verhältniszahl der Scheiben- zu den Röhrenblüten für die 13er und 21er Sippe erst noch genau festgestellt werden muss, so ist doch wohl sicher, dass die Zunahme der Scheibenblüten derjenigen der Strahlenblüten nicht proportional ist, und dass die beiden Sippen also verschieden stark gynomonöcisch sind. — Die ganze Frage ist hier nur berührt, weil wir sie (S. 171) bei der Diskussion der Ergebnisse meiner Versuchsreihe mit *Dimorphotheca* brauchen werden.

---

Die Gynomonöcie bietet u. a. noch ein zweites Problem. Dass die zwittrigen und weiblichen, auf verschiedenen Individuen verteilten Blüten einer gyno**diöcischen** Art eine ganz auffällig verschiedene Nachkommenschaft geben, ist nun festgestellt.[3]) Geben nun die zwittrigen und weiblichen Blüten, die zusammen auf derselben Pflanze vorkommen, auch eine verschiedene Nachkommenschaft oder die gleiche?

Man wird nach einiger Überlegung schon von vornherein sagen können, dass die Nachkommenschaft, ihren Anlagen nach, wenigstens

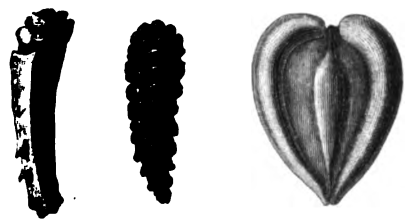
1) F. LUDWIG, Weiteres über Fibonaccikurven (Botan. Centralblatt, Bd. LXVIII, S. 1, 1896) und Über Variationspolygone und Wahrscheinlichkeitskurven (ebendort, Beihefte, Bd. IX. S. 89, 1900); ferner SHULL, A quantitative Study of Variation in the Bracts, Rays and Discflowers of *Aster Shortii* Hook. usw. (Amer. Natural. Vol. XXXVI. Nr. 422, 1902.)

2) DE VRIES stellt seine 21er Sippe mit dem *Chrysanthemum segetum grandiflorum* des Handels zusammen, das grössere Köpfchen hat; dies beruht jedoch wenigstens zum Teil auf die Vergrösserung der einzelnen Strahlenblüten.

3) Experimentelle Untersuchungen über die Gynodiöcie (diese Berichte, Bd. XXII. S. 506, 1904) und Weitere Untersuchungen über die Gynodiöcie (ebenda, Bd. XXIII. S. 452, 1905).

annähernd gleich ausfallen muss. Es schien mir aber doch wünschenswert, einige genaue Daten darüber zu besitzen, ob sich nicht wenigstens ein gewisser Unterschied nachweisen liesse, und so begann ich 1903 eine Versuchsreihe mit *Dimorphotheca pluvialis*.

Bei dieser zuweilen als Gartenzierpflanze gezogenen Calendulacee sind, wie längst bekannt und oft beschrieben[1]), die Früchte der weiblichen Strahlenblüten, die „Randfrüchte", länglich keilförmig, etwas gebogen, walzlich-dreiseitig, runzelig (Fig. 1, *B*), die Früchte der zwittrigen Röhrenblüten, die „Scheibenfrüchte", dagegen durch einen breiten Flügelsaum rundlich verkehrt eiförmig und glatt (Fig. 1, *A*). Ihre Zahl ist zwei- bis dreimal grösser als die der Randfrüchte. Die alleräussersten Randfrüchte pflegen etwas abweichend ausgebildet, grösser und glätter, zu sein und am Blütenboden fester zu haften (Fig. 1 *C*); sonst sind keine auffälligen Variationen in der Form vorhanden. Vor allem fehlen Übergänge zwischen Rand- und




*Dimorphotheca pluvialis*. *A* Scheibenfrucht (Vergr. 3), *B* gewöhnliche Randfrucht (Vergr. 6), *C* eine der äusseren Randfrüchte (Vergr. 6).

Scheibenfrüchten ganz. Endlich sind im Zentrum des Köpfchens noch männliche Röhrenblüten vorhanden.[2]) Der Längsschnitt durch das Blütenköpfchen lässt sich demnach schematisch so darstellen:

♀, ☿, ♂, ☿, ♀.

*Dimorphotheca pluvialis* ist also eigentlich gar nicht gynomonöcisch, sondern trimonöcisch. Die ♀ Strahlenblüten können durch den Pollen der ☿ und der ♂ Röhrenblüten, die ☿ Röhrenblüten durch ihren eigenen Pollen oder den der ♂ Blüten befruchtet werden. Das schien mir aber gegenüber der Leichtigkeit, mit der die Früchte der ♀ und der ☿ Blüten auseinander gehalten werden können, von geringer Bedeutung.

1) Zuerst wohl von VAILLANT im Jahre 1720 (Act. Acad. Paris., nach D. C. Prodromus).

2) Die beiden wichtigsten neueren Arbeiten über die Geschlechterverteilung der Kompositen, jene von HILDEBRAND (Über die Geschlechtsverhältnisse bei den Kompositen, Nov. Act. Acad. Caes. Leop.-Carol. Bd. 35, 1870) und von VON UEXKÜLL-GYLLENBAND (Phylogenie der Blütenformen und der Geschlechterverteilung bei den Kompositen), Bibl. Botan. Heft 52 1901), behandeln unsere Gattung nicht; die Blütenverhältnisse sind aber in der systematischen Literatur richtig angegeben.

Vererbungsversuche mit den Früchten anderer heterokarper Kompositen *(Sanvitalia procumbens, Verbesina [Ximenesia] encelioides* und *Zinnia)* hat bereits WIGAND[1]) angestellt; er wollte auf diesem Wege die Frage entscheiden, „ob die durch Sprossung aufgetretenen Variationen erblich seien oder nicht". Das Ergebnis war, wie es WIGAND selbst erwartet hatte, negativ; nur bei *Zinnia elegans* schienen ihm aus den Randfrüchten vielleicht etwas mehr halbgefüllte Exemplare hervorzugehen. Er urteilte jedoch nur nach dem Schätzen.

Das mit *Zinnia* erhaltene Ergebnis bringt WIGAND selbst in Verbindung mit einer durch DARWIN's Zitat[2]) bekannt gewordenen Angabe LECOQ's,[3]) nach der bei der Herbstaster *(Callistephus chinensis)* die Früchte der weiblichen Randblüten, auf deren Zunahme ja die Füllung beruht, mehr gefüllte Pflanzen hervorbringen als die Früchte der zwittrigen Scheibenblüten. Auch sonst finden sich in der gärtnerischen Literatur ähnliche Angaben.[4]) VILMORIN gab dagegen, ebenfalls nach einem Zitat LECOQ's, an, dass man die Früchtchen der Blütenköpfchen der Seitentriebe sammeln müsse, wenn man gefüllte Pflanzen erhalten wolle.

Mir scheint die ganze Annahme LECOQ's durchaus unbewiesen zu sein. MAISONNEUVE hat gar keine vergleichenden Versuche mit Früchten der Scheibenblüten gemacht und ausserdem sehr wahrscheinlich immer die bestgefüllten Pflanzen als Samenträger gewählt, so dass das ganze Experiment wohl ein einfacher Selektionsversuch

1) A. WIGAND, Der Darwinismus, Bd. I, S. 417 (1874).

2) CH. DARWIN, Variation of Animals and Plants. II. Aufl. Bd. II, S. 307. In der Literatur wird der Versuch auch DARWIN selbst zugeschrieben.

3) H. LECOQ, De la fécondation etc., S. 232 (1862). Der der Angabe zugrunde liegende Versuch rührt gar nicht von LECOQ selbst her. Da sein Buch wohl nicht jedem leicht zugänglich sein wird, setze ich den ganzen charakteristischen Passus hierher: „Cette supposition vient d'être pleinement confirmée par l'expérience ingénieuse d'un de mes amis, horticulteur des plus distingués, le docteur MAISONNEUVE, d'Ambert. Habitué à manier le scalpel, il n'a pas craint d'opérer les Reines marguerites et de leur enlever, dès le commencement de l'épanouissement, tous les fleurons jaunes du centre. Dès lors il a été sûr de n'obtenir des graines que des fleurons de la circonférence, et il est parvenu, de cette manière, à créer des plantes qui donnent presque toutes des fleurs doubles, à conserver et à améliorer les belles variétés pyramidales à pétales plats, qui sont encore extrêmement rares."

4) WIGAND gibt noch an, dass diese Behauptung sich auch in REGEL's Gartenflora, Bd. XIV, S. 138 finde. Am angegebenen Orte steht ein kleiner Aufsatz: „Die Samenauswahl der gefüllten Form von *Sanvitalia procumbens* und *Zinnia elegans*" von „J"(äger), aus dem ich die betreffenden Stellen hersetze: „Die gefüllten Blumen haben verschieden gebildete Samen, rundliche, d. h. mehr volle und dicke, und flache, breite. Die ersteren sitzen mehr nach der Mitte der Blumen zu, die letzteren an den Rändern. Die ersteren geben fast ausschliesslich gefüllte Blumen, die letzteren meist einfache oder nur wenig gefüllte. Bei *Sanvitalia* trügt das Aussehen fast nie, bei *Zinnia* scheint es noch nicht ganz sicher."

war, wie ihn DE VRIES nun exakt mit *Chrysanthemum segetum* durchgeführt hat.

Meine eigene Versuchsreihe wurde im Frühjahr 1903 damit begonnen, dass 200 Randfrüchte — Versuch A — und 200 Scheibenfrüchte — Versuch B — aus dem von HAAGE und SCHMIDT in Erfurt erworbenen Saatgut ausgelesen und auf zwei gleiche, ziemlich weit getrennte Beete ausgesät wurden. Während des August wurden die Strahlenblüten von je etwa 225 ohne Wahl herausgegriffenen Köpfchen gezählt, abwechselnd je eine Partie vom einen und vom anderen Beet; das Ergebnis ist in Tabelle 1 (siehe unten) zusammengestellt.

Man sieht deutlich, dass der Gipfel der Kurve in beiden Versuchen bei derselben Zahl, bei 13, liegt; bei den aus Scheibenfrüchten gezogenen Pflanzen (Versuch B) ist noch ein sekundärer Gipfel bei 16 sehr deutlich, bei der ersten Zählung am 10. VIII. sogar sehr auffällig, der bei den aus Randfrüchten gezogenen Pflanzen (Versuch A) fehlt oder nur in dem steilen Absturz gegen 17 angedeutet ist.

Im Herbst wurden von beiden Beeten, ohne Wahl, sehr viel reife Fruchtköpfchen getrennt geerntet und aus jeder Ernte wieder

**Tabelle 1.**

*Dimorphotheca pluvialis*, I. Generation, Zahl der Strahlenblüten bei Pflanzen, gezogen:

| Zahl der Strahlenblüten im Köpfchen | A. aus Randfrüchten | | | | | | | B. aus Scheibenfrüchten | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Zahl der Köpfchen | | | | | | | | | | | | | |
| | 10. VIII. | 12. VIII. | 17. VIII. | 28 VIII. | 4. IX. | zusammen | in pCt. | 10. VIII. | 12. VIII. | 17. VIII. | 28. VIII. | 4. IX. | zusammen | in pCt. |
| **11** | — | 1 | — | — | 1 | 2 | **0,9** | 1 | 1 | — | — | 1 | 3 | **1,3** |
| **12** | 1 | 1 | 1 | 5 | 2 | 10 | **4,4** | — | 1 | — | — | — | 1 | **0,5** |
| **13** | 21 | 28 | 11 | 25 | 23 | 108 | ***47,0*** | 19 | 23 | 10 | 24 | 29 | 105 | ***47,0*** |
| **14** | 15 | 10 | 4 | 5 | 8 | 42 | **18.5** | 7 | 13 | 1 | 14 | 7 | 42 | **18,5** |
| **15** | 7 | 6 | 4 | 8 | 6 | 31 | **13,6** | 3 | 5 | 6 | 6 | 5 | 25 | **11,2** |
| **16** | 4 | 3 | 4 | 7 | 6 | 24 | ***10,6*** | 15 | 7 | 8 | 6 | 6 | 42 | ***18,5*** |
| **17** | 1 | 1 | — | 1 | 1 | 4 | **1.8** | — | 1 | — | — | 1 | 2 | **0.9** |
| **18** | — | 1 | — | 1 | 1 | 3 | **1,3** | 3 | — | — | — | 1 | 4 | **1,8** |
| **19** | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — | — | 1 | **0,5** |
| **20** | — | — | — | — | 2 | 2 | **0,9** | — | — | — | — | — | — | — |
| **21** | — | — | 1 | — | — | 1 | **0,5** | — | — | — | — | — | — | — |
| | 49 | 51 | 25 | 52 | 50 | 227 | **100** | 49 | 51 | 25 | 50 | 50 | 225 | **100** |

**Tabelle 2.**

*Dimorphotheca pluvialis*, II. Generation, Kinder der aus Randfrüchten gezogenen Pflanzen (A in Tabelle 1). Zahl der Strahlenblüten, bei Pflanzen, gezogen:

| Zahl der Strahlenblüten im Köpfchen | A a, aus Randfrüchten | | | | | | A b, aus Scheibenfrüchten | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Zahl der Köpfchen | | | | | | | | | | | |
| | Datum der Zählung | | | | Zusammen | | Datum der Zählung | | | | Zusammen | |
| | 20. VII. | | | 6. VIII. | | in pCt. | 18. VII. | | | 8. VIII. | | in pCt. |
| 11 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 12 | — | 1 | 7 | 1 | 9 | **1,2** | 2 | 1 | 2 | 3 | 8 | **0,9** |
| 13 | 50 | 34 | 61 | 3 | 148 | *19* | 44 | 66 | 70 | 41 | 221 | *25* |
| 14 | 38 | 22 | 40 | 2 | 102 | **13** | 36 | 44 | 37 | 26 | 143 | **16** |
| 15 | 50 | 56 | 42 | 4 | 152 | **20** | 45 | 48 | 37 | 22 | 152 | **17** |
| 16 | 59 | 77 | 71 | 5 | 212 | *28* | 78 | 62 | 69 | 37 | 246 | *27,6* |
| 17 | 21 | 31 | 14 | — | 66 | **8,6** | 21 | 17 | 23 | 8 | 69 | **7,2** |
| 18 | 12 | 14 | 9 | — | 35 | **4,6** | 16 | 5 | 8 | — | 29 | **3,2** |
| 19 | 9 | 10 | 4 | — | 23 | **3,0** | 5 | 5 | 3 | 1 | 14 | **1,6** |
| 20 | 6 | 5 | 2 | — | 13 | **1,7** | 2 | 1 | 1 | 3 | 7 | **0,8** |
| 21 | 6 | — | — | — | 6 | **0,8** | 4 | 1 | — | — | 5 | **0,6** |
| | 251 | 250 | 250 | 15 | 766 | **100** | 253 | 250 | 250 | 141 | 894 | **100** |

Randfrüchtchen — a — und Scheibenfrüchtchen — b — ausgelesen, diesmal je 300, so dass im Frühjahr 1904 der Versuch mit vier Aussaaten, zwei als Fortsetzung zu Versuch A und zwei als Fortsetzung zu Versuch B, weitergeführt werden konnte: 1. 1903 A, 1904 a; 2. 1903 A, 1904 b; 3. 1903 B, 1904 a; 4. 1903 B, 1904 b. — Ein Pollentransport von Beet zu Beet war natürlich nicht ausgeschlossen gewesen, war aber durch die Trennung der Beete und die Menge der Pflanzen auf jedem gewiss von geringem Einfluss.

Die Zählungen wurden diesmal in grösserem Massstab und dazu in einem kürzeren Zeitraum — innerhalb wenig mehr als 14 Tagen — ausgeführt; das Resultat liegt in Tabelle 2 (S. 167) und 3 (S. 168) vor.

Der Hauptgipfel der Kurve liegt in allen vier Versuchen wieder bei derselben Zahl und auch ungefähr gleich hoch (27,6—29 pCt.); diesmal ist es aber die 16 statt der 13. Ein zweiter Gipfel bei der 13 ist stets deutlich erkennbar, schwankt aber viel stärker als der Hauptgipfel (19—25 pCt.).

In Tabelle 4 (S. 169) sind endlich die Resultate der vier Versuche von 1904 in verschiedener Weise zusammengefasst: Zunächst so, dass die

**Tabelle 8.**

*Dimorphotheca pluvialis*, II. Generation, Kinder der aus Scheibenfrüchten gezogenen Pflanzen (B in Tabelle 1); Zahl der Strahlenblüten bei Pflanzen, gezogen:

| Zahl der Strahlenblüten im Köpfchen | B a, aus Randfrüchten | | | | | | B b, aus Scheibenfrüchten | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Zahl der Köpfchen | | | | | | | | | | | |
| | Datum der Zählung | | | | Zusammen | | Datum der Zählung | | | | Zusammen | |
| | 20. VII. | | | 5. VIII. | | pCt. | 20. VII. | | | 6. VIII. | | pCt. |
| **11** | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 | **0,1** |
| **12** | — | 1 | 3 | — | 4 | **0 5** | 1 | 1 | — | — | 2 | **0,2** |
| **13** | 57 | 52 | 51 | 19 | 179 | ***21*** | 47 | 60 | 53 | 6 | 166 | ***20*** |
| **14** | 31 | 36 | 48 | 21 | 136 | **16** | 56 | 40 | 47 | 7 | 150 | **18** |
| **15** | 48 | 52 | 42 | 22 | 164 | **19** | 55 | 66 | 45 | 6 | 172 | **21** |
| **16** | 68 | 71 | 76 | 35 | 250 | ***29*** | 70 | 75 | 65 | 3 | 213 | ***28*** |
| **17** | 24 | 23 | 16 | 15 | 78 | **8,9** | 10 | 24 | 16 | — | 50 | **6,1** |
| **18** | 16 | 8 | 6 | 5 | 35 | **4,0** | 6 | 15 | 8 | — | 29 | **3,6** |
| **19** | 4 | 3 | 9 | 1 | 17 | **2,0** | 1 | 4 | 13 | 2 | 20 | **2,5** |
| **20** | 1 | — | 4 | — | 5 | **0,6** | 3 | 1 | 2 | 1 | 7 | **0,9** |
| **21** | 1 | 1 | — | 1 | 3 | **0,3** | 1 | 2 | 3 | — | 6 | **0,7** |
| | 250 | 247 | 255 | 119 | 871 | **100** | 250 | 288 | 253 | 25 | 816 | **100** |

ganze Nachkommenschaft der aus Randfrüchten gezogenen Pflanzen A und die ganze der aus Scheibenfrüchten gezogenen Pflanzen B beisammen ist (I, II), und dann so, dass alle Nachkommen aus den Randfrüchten von A und B und alle aus den Scheibenfrüchten von A und B zusammengefasst sind (III, IV).

Das Ergebnis scheint mir durchaus das zu sein, dass die Rand- und die Scheibenfrüchte, bzw. die auf gleiche Weise befruchteten Eizellen der weiblichen und der zwittrigen Blüten, dieselbe Nachkommenschaft geben, und dass die beobachtbaren Abweichungen zufälliger Natur sind. So hat 1904 die gesamte Nachkommenschaft der 1903 aus Randfrüchten hervorgegangenen Pflanzen (Tab. 4, I) bei 16 einen niedrigeren Hauptgipfel als die der aus Scheibenfrüchten gezogenen Pflanzen, die dafür bei 13 einen etwas niedrigeren Nebengipfel besitzt [Tab. 4, II][1]). Umgekehrt hat aber 1904 die aus

1) Aus der Literatur sind mir für unsere Pflanze nur zwei Angaben bekannt, eine von LUDWIG (Botan. Centralblatt, Bd. LXIV, S. 6, 1895), der bei einer kleinen Zahl von Köpfchen (49) nur einen Hauptgipfel bei 13 fand (hieher 33 Köpfchen), und eine von WEISSE (Die Zahl der Randblüten der Kompositenköpfchen usw.,

**Tabelle 4.**

Aa = I. Generation aus Randfrüchten, II. Generation aus Randfrüchten, Tab. 2a,
Ab = I. „ „ „ II. „ „ Scheibenfrüchten, „ 2b,
Ba = I. „ „ Scheibenfrüchten, II. „ „ Randfrüchten, „ 3a,
Bb = I. „ „ „ II. „ „ Scheibenfrüchten, „ 3b.

| Zahl der Strahlenblüten im Köpfchen | Zahl der Köpfchen | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I Aa + Ab | | II Ba + Bb | | III Aa + Ba | | IV Ab + Bb | |
| | | in pCt. | | in pCt. | | in pCt. | | in pCt. |
| 11 | — | — | 1 | 0,05 | — | — | 1 | 0,05 |
| 12 | 17 | 1 | 6 | 0,4 | 13 | 0,9 | 10 | 0,6 |
| 13 | 369 | *22* | 345 | *20,5* | 327 | *20* | 387 | *22,5* |
| 14 | 245 | 14 5 | 286 | 17 | 238 | 14,5 | 293 | 17 |
| 15 | 304 | 18,5 | 336 | 20 | 316 | 19,5 | 324 | 19 |
| 16 | 458 | *27,8* | 463 | *28 5* | 462 | *29* | 459 | *27.8* |
| 17 | 135 | 7,9 | 123 | 7,5 | 144 | 8,8 | 119 | 7,5 |
| 18 | 64 | 3,9 | 64 | 3,8 | 70 | 4,3 | 58 | 3,4 |
| 19 | 37 | 2,3 | 37 | 2,3 | 40 | 2,5 | 34 | 2,1 |
| 20 | 20 | 1,3 | 12 | 0,8 | 18 | 1,2 | 14 | 0,9 |
| 21 | 11 | 0,7 | 9 | 0,5 | 9 | 0,6 | 11 | 0,7 |
| | 1660 | 100 | 1687 | 100 | 1637 | 100 | 1710 | 100 |

Scheibenfrüchten beiderlei Herkunft (von A und B) gezogene Nachkommenschaft (Tab. 4, IV) bei 16 einen niedrigeren Hauptgipfel als die aus aus Randfrüchten beiderlei Herkunft gezogene, die dagegen bei 13 einen niedrigeren Nebengipfel besitzt (Tab. 4, III).

Dass der Hauptgipfel 1903 bei 13 und 1904 bei 16 lag, hängt von äusseren Einflüssen im weitesten Sinne ab, die, wie wir durch zahlreiche Untersuchungen von F. LUDWIG, DE VRIES, WEISSE, HAACKE, REINÖHL, SHULL usw. jetzt wissen, gerade auf die Zahl der Strahlenblüten von grossem Einfluss sind. Sehr deutlich trat ein solcher Einfluss hervor, als ich 1904 nach einer mehr als einmonatlichen Unterbrechung am 13. September die am 6. August abgebrochenen Zählungen des Versuches Bb nochmals aufnahm. Wie Tabelle 5 zeigt, war da der Hauptgipfel bei 16 ganz verschwunden, und der Nebengipfel bei 13 war zum Hauptgipfel geworden.

Jahrb. für wiss. Botan., Bd. XXX, S. 469, 1897), der zu Anfang der Blütezeit als Gipfelzahl der Strahlenkurve entschieden 13 fand, später an grösseren Köpfchen auch die Zahl 21.

**Tabelle 5.**

**Versuch B b (I. und II. Generation aus Scheibenfrüchten).**

| Zahl der Strahlenblüten . . | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | *13* | 14 | 15 | *16* | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zahl der Köpfchen vom 20. VII. bis 6. VIII. | — | — | — | 1 | 2 | 166 | 150 | 172 | *213* | 50 | 29 | 20 | 7 | 6 |
| am 13. IX. . | 2 | 13 | 15 | 12 | 33 | *88* | 12 | 14 | 11 | 1 | — | — | — | — |

Die Ursache liegt darin, dass jetzt überwiegend oder ausschliesslich Seitenköpfchen ausgezählt wurden, und diese durch korrelative Einflüsse einerseits, die weniger günstigen äusseren Ernährungsverhältnisse andererseits kleiner und damit strahlenärmer waren.

---

Wenn dieser Selektionsversuch nach Rand- und Scheibenfrüchten auch negativ ausgefallen ist, so halte ich es doch für leicht möglich, dass sich bei seiner Wiederholung mit anderem Material oder mit anderen heterokarpen Kompositen ein Erfolg einstellt, ohne dass unser Ergebnis, die Anlagen der Eizellen seien hier bei zwittrigen und weiblichen Blüten die gleichen, irgend Gefahr liefe, umgestossen zu werden. Die Möglichkeit für einen solchen Erfolg liegt sogar sehr nahe.

Nehmen wir an, es wären, wie bei dem Material von *Chrysanthemum segetum*, mit dem de Vries seinen Versuch begann, auch bei *Dimorphotheca pluvialis* zwei Sippen durcheinander gemischt, eine mit 13 und eine mit 21 Strahlenblüten, und zwar mögen der einfachen Rechnung wegen beide gleich häufig sein. Wenn nun, wie es durchaus wahrscheinlich ist, die Zahl der Strahlenblüten bei der 21er Sippe nicht nur absolut, sondern auch relativ, den Röhrenblüten gegenüber, grösser ist, als bei der 13er Sippe (S. 163), so müsste jene auch relativ mehr Randfrüchtchen produzieren als diese. Sagen wir, um bestimmte Zahlen zu haben, bei ihr machten die Randfrüchte 21 pCt. der Zahl aller Früchtchen aus, und 13 pCt. bei der 13er Sippe. Dann müsste die 21er Sippe zu 1000 Früchtchen des oben angenommenen Gemisches ($5 \cdot 21 =$) 105 Randfrüchte und 395 Scheibenfrüchte stellen, die 13er Sippe dagegen nur ($5 \cdot 13 =$) 65 Randfrüchte und 435 Scheibenfrüchte, so dass diese 1000 Früchtchen sich aus ($105 + 65 =$) 170 Rand- und ($395 + 435 =$) 830 Scheibenfrüchten zusammensetzen. Wählte man nun nur Randfrüchte zur Aussaat, so wären die Chancen für die 21er Sippe günstiger als für die 13er Sippe ($\frac{105}{170} : \frac{65}{170}$, etwa 3 : 2), bei der Wahl der Scheibenfrüchte zur Aussaat wären umgekehrt die Chancen für die 13er Sippe günstiger, wenn auch nicht in so hohem Grade ($\frac{435}{830} : \frac{395}{830}$, etwa

11:10). Die Aussaat von lauter Randfrüchten würde also zur Folge haben müssen, dass bei der Strahlenblütenkurve der 21er Gipfel mehr hervorträte, und umgekehrt die Aussaat von lauter Scheibenfrüchten, dass der 13er Gipfel mehr hervorträte, wenn auch in geringerem Grade.

Die zur Berechnung gewählten Zahlen sind mit Absicht, der Deutlichkeit halber, etwas übertrieben; vor allem werden die verschiedenen Sippen im Gemisch nicht gleich stark vertreten sein. Jedenfalls zeigt sich aber, dass eine Auswahl der Rand- oder Scheibenfrüchte bei umfangreichen Aussaaten Einfluss haben muss, sobald Sippen mit konstanter verschiedener Strahlenblütenzahl untereinander gemischt sind, und die Zahl der Scheibenblüten nicht so stark wie die der Strahlenblüten steigt. Es ist das aber gewiss oft da der Fall, wo gefüllte und halbgefüllte Sorten tubiflorer Kompositen gezogen werden, und es ist gut möglich, dass der Versuch WIGAND's mit *Zinnia* wirklich positiv ausfiel und so zu deuten ist[1]), und dass auch die Annahme LECOQ's über das Experiment MAISONNEUVE's — falls sie einmal als begründet nachgewiesen werden sollte — hier ihre Erklärung findet. Dass sich bei unserer *Dimorphotheca* ein solcher Einfluss nicht nachweisen liess, weist darauf hin, dass die „Population", das Ausgangsmaterial, nur aus einer Sippe bestand, oder, was wahrscheinlicher ist, dass die verschiedenen Sippen sehr ungleich stark in ihr vertreten waren[2]).

Es ist aber auch möglich, dass eine derartige Selektion nach Rand- und Scheibenfrüchten aus anderen Ursachen einen gewissen Erfolg haben kann, wenn nämlich der Grad der Strahlenbildung, resp. der Füllung, von dem Grade der Ernährung des Embryo, im weitesten Sinne, abhängt, und diese bei den Randfrüchten anders ausfällt als bei den Scheibenfrüchten. Wissen wir doch z. B. durch die Versuche NOBBE's und seiner Mitarbeiter[3]), dass aus den besonders rasch keimenden Levkoyensamen die gefüllten, aus den besonders spät keimenden die einfachblühenden Individuen hervorgehen, bei gleicher Ausbildung der Samen. Auch das Gegenteil soll (bei Petunien) vorkommen[4]). Es ist nicht anzunehmen, dass das spätere Gefülltblühen die raschere Entwicklung des Embryo

1) Das, was ich bis jetzt bei *Zinnia elegans* beobachtet habe, stimmt ganz dazu.

2) Ich habe zwar etwas gefüllte *Dimorphotheca*-Exemplare beobachtet, aber nur ganz selten; eine gefüllte Gartensippe ist mir nicht bekannt, liesse sich aber gewiss „machen".

3) F. NOBBE, E. SCHMID, L. HILTNER, L. RICHTER: Über den Einfluss der Keimungsenergie der Samen auf die Entwicklung der Pflanze. Landw. Versuchsstationen, Bd. XXXV, S. 137 (1888).

4) Viele Angaben finden sich zusammengestellt bei DE VRIES, Die Mutationstheorie, Bd. I, S. 644 u. f.

bedingt oder umgekehrt diese jenes; beide werden zusammen von einer gemeinsamen Ursache abhängen. Solche Unterschiede in der Schnelligkeit des Keimens lassen sich, wie in der folgenden Notiz gezeigt werden wird (S. 176), auch bei den Rand- und Scheibenfrüchten der *Dimorphotheca* nachweisen, sind gewiss auch bei anderen heterokarpen Kompositen vorhanden. Und es würde gut stimmen, dass die rascher keimenden Scheibenfrüchte 1903 einen deutlichen Nebengipfel der Strahlenkurve bei 16 gegeben haben (Tab. 1); im folgenden Jahr war aber von einer entsprechend höheren Lage der Hauptgipfel bei 16 bei den aus Scheibenfrüchten entstandenen Pflanzen nichts zu sehen.

Wenn sich nun auch ein Erfolg der Auswahl nach Rand- und Scheibenfrüchten zunächst in beiderlei Weise erklären liesse, so wird die Fortsetzung der Auswahl in den folgenden Generationen Aufschluss geben können, ob die eine oder die andere Möglichkeit der Wirklichkeit entspricht. Liegt die erste vor, so muss die wiederholte Aussaat einer Fruchtform eine stetige Zunahme in der einmal eingeschlagenen Richtung, wenn auch in abnehmendem Tempo, zur Folge haben. Denn wenn auch in dem Ausgangsmaterial die eine Sippe nur schwach vertreten gewesen sein mag, wird sie, sobald ihre Chancen die günstigen sind, von Generation zu Generation zunehmen. Beruht der Erfolg aber auf der zweiten Ursache, so wird die wiederholte Auswahl immer wieder das gleiche Ergebnis, ohne Steigerung, liefern müssen. Wenn LECOQ den Versuch MAISONNEUVE's mit *Callistephus chinensis* richtig aufgefasst hat — wahrscheinlich erklärt er sich, wie wir S. 165 sahen, ganz anders — so ist bei ihm die erste Möglichkeit realisiert, bei den Angaben der Gärtner mag die zweite Möglichkeit eine Rolle spielen; bei der ersten handelt es sich um die Isolierung einer eine höhere Strahlenzahl zeigenden Sippe aus einem Gemisch von solchen, bei der zweiten um die Isolierung der Individuen, die infolge bestimmter Ernährung eine höhere Strahlenzahl zeigen, aus derselben Sippe. Beides kann auch gut nebeneinander existieren.

Unsere *Dimorphotheca* ist leider kein günstiges Objekt für ein tieferes Eindringen; mit Gazesäckchen geschützte Blütenköpfchen gaben mir keine Früchte. Ich setze aber mit anderen Objekten die Versuche fort und werde eine Entscheidung zu bringen suchen.

---

Die beiden Möglichkeiten habe ich nur deshalb im Vorstehenden so eingehend erörtert, um zu zeigen, dass die Frage, die uns in erster Linie interessiert, völlig unberührt bleiben kann, wenn sich bei *Dimorphotheca* mit anderem Material (oder bei längerer Dauer noch grösserer Versuche) — oder bei anderen, gynomonöcischen Kompositen — einmal ein wirklicher Erfolg der Auswahl von („weiblichen") Rand-

und („zwittrigen") Scheibenfrüchten nachweisen lassen wird. Die Frage lautet: Geben die zwittrigen und die weiblichen Blüten, die zusammen auf derselben Pflanze vorkommen, auch eine in ihren Anlagen verschiedene Nachkommenschaft, wie bei der Verteilung auf verschiedene Individuen? und die Antwort lautet: Sie geben dieselbe.

Es ist das ein neuer Beweis dafür, dass, wenn überhaupt bei einer Keimzelle von einer bestimmten Geschlechts-„Tendenz" gesprochen werden kann, alle Keimzellen eines Individuums dieselbe „Tendenz" besitzen. Die Pollenzellen eines männlichen Individuums einer diöcischen Sippe enthalten also nicht deshalb die „Tendenz", männliche Nachkommen hervorzubringen, weil sie Pollenzellen sind, sondern weil sie auf einem männlichen Individuum gebildet wurden, und entsprechend ist es mit den Eizellen bestellt. Bei einer monöcischen Sippe enthalten nicht die Pollenkörner die eine, die Eizellen die andere „Tendenz", sondern beide die gleiche, die, wieder ein monöcisches Individuum, mit männlichen und weiblichen Blüten, zu produzieren. Es ist das bei einiger Überlegung eigentlich selbstverständlich, wird aber, wie ich mich im Gespräche und in der Literatur überzeugen konnte, zuweilen vergessen.[1])

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

## 26. C. Correns: Das Keimen der beiderlei Früchte der Dimorphotheca pluvialis.

Mit einer Abbildung.

Eingegangen am 25. März 1906.

An die vorangehende Mitteilung möchte ich noch einige Beobachtungen über das im Titel genannte Thema anschliessen, weil ich dort auf sie Bezug genommen habe (S. 172). Sie sind schon im

1) Ähnlich liegen die Verhältnisse auch bei anderen Differenzen in der Form der Blüten oder ihrer Organe. Ich halte es zwar wohl für möglich, dass die Nachkommenschaft der chasmogamen, selbstbestäubten Blüten eines *Viola*-Stockes etwas anders ausfällt, als die der kleistogamen Blüten desselben Individuum. Darin würde ich aber zunächst nur die Folgen sekundärer (äusserer) Einflüsse sehen; den Anlagen nach halte ich die Keimzellen der chasmogamen und der kleistogamen Blüten für gleich. Etwas anderes ist es, ob es nicht bei einer kleistogame Blüten tragenden Art Sippen gibt, die mehr kleistogame Blüten produzieren und solche, die es weniger tun, unter den gleichen äusseren Bedingungen, und schliesslich Sippen, die nur kleistogame Blüten entwickeln; ihre von BURCK behauptete Existenz halte ich für durchaus wahrscheinlich. Ein eigener, seit 1903 fortgeführter Versuch hat noch kein eindeutiges Resultat gegeben.

Winter 1892/93 gemacht worden, und die Individuenzahlen sind deshalb bei allen Versuchen sehr klein — jetzt würde ich sie viel grösser nehmen —, doch ist ja das Ergebnis eindeutig ausgefallen.

Die merkwürdige Verschiedenheit im Aussehen der Rand- und Scheibenfrüchte der *Dimorphotheca pluvialis* (vgl. die Abbildung auf S. 164) musste, wie die ähnlichen Differenzen bei anderen Calendulaceen, die Aufmerksamkeit der Biologen auf sich ziehen, und es hat sich vor allem LUNDSTRÖM[1]) eingehend vom teleologischen Standpunkt aus mit ihr befasst. Er deckte den Unterschied im Bau der Fruchtschale auf: die Scheibenfrüchte haben eine viel dünnere Schale als die Randfrüchte, und deutete jene, gewiss mit Recht, als „Flugfrüchte", während er in diesen „Larvenfrüchte" sah, die, Käferlarven (speziell solche von Curculioniden) nachäffend, von insektenfressenden Tieren verbreitet werden sollten. Bekannt sind auch die freilich nicht einwandfreien Versuche BATTANDIER's[2]), nach denen Hühner, Enten und zahme Drosseln sich durch die Larvenfrüchte von *Calendula* nicht täuschen liessen.

Im folgenden soll die Mimicryfrage nicht diskutiert werden; es werden nur einige Beobachtungen über die Keimung der beiderlei Früchte mitgeteilt.

Es wurden zunächst je 50 vollkommene Früchte jedes Typus ausgesucht, gewogen, dann die Samen sorgfältig herausgeschält und wieder gewogen. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

| | Randfrucht mg | Scheibenfrucht mg |
|---|---|---|
| Gewicht der lufttrockenen Frucht (Mittel aus 50 Stück) . . . . . . . . . . | 2,86 | 2,55 |
| Gewicht der Fruchtschale (ebenso) . . . | 1,35 | 1,28 |
| Gewicht des Samens (ebenso) . . . . . | 1,51 | 1,27 |

Die Randfrucht ist demnach etwas schwerer (etwa um 12 pCt.) als die Scheibenfrucht; der Unterschied beruht aber weniger, wie man von vornherein meinen könnte, darauf, dass ihre Fruchtschale schwerer wäre, sondern mehr darauf, dass der Same selbst schwerer ist. Er wiegt nämlich etwa um 19 pCt. mehr, während die Fruchtschale nur um 5,6 pCt. schwerer ist.

1) A. LUNDSTRÖM, Pflanzenbiologische Studien, II, Die Anpassungen der Pflanzen an Tiere. Nova Acta Reg. Soc. Sc. Ups. Ser III., S. 73 u. f. (1887).

Die Abbildung, die LUNDSTRÖM l. c. Taf. IV Fig. 21 von einem Querschnitt durch die Schale der Randfrucht gibt, stimmt im wesentlichen mit dem, was ich gesehen habe, überein; von dem als Fig. 20 abgebildeten Querschnitt durch die Schale der Scheibenfrucht kann ich das nicht behaupten, doch will ich darauf nicht eingehen.

2) J. A. BATTANDIER, Sur quelques cas d'hétéromorphisme. Bull. Soc. Botan. de France, Tome XXX, p. 238.

Bei der Zartheit der Samenschale wird das grössere Gewicht ganz überwiegend durch den Embryo selbst bedingt.

Aus diesen Wägungen geht also eine merkliche Differenz zwischen den beiderlei Embryonen selbst hervor[1]), und die paar Keimversuche, die ich mit den Früchten unter genau gleichen äusseren Bedingungen angestellt habe, sind auch nicht gleich ausgefallen. Als Keimbett wurde Filtrierpapier verwendet.

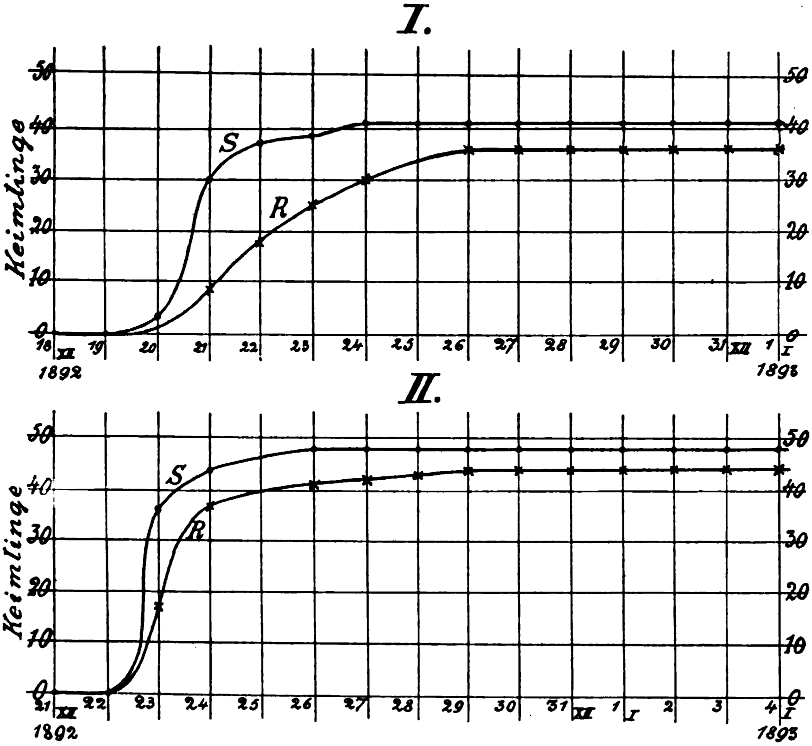



Fig. 1.

**Keimversuche mit Rand-(*R*) und Scheiben-(*S*) Früchten der *Dimorphotheca pluvialis*, graphisch dargestellt, I die ganzen Früchte, II die herausgeschälten Samen. Auf der Abscissenachse sind die Tage vom Beginn der Versuche an, als Ordinaten die Zahlen der Keimlinge aufgetragen.**

In Fig. 1, I ist das Ergebnis des ersten derartigen Versuches, zu dem je 50 Früchte ohne Wahl verwendet wurden, graphisch dargestellt.

Der Vergleich der beiden Kurven, die durch die direkt festgestellten, mit · und × bezeichneten Punkte gezogen worden sind, lehrt zweierlei:

1) Die Unterschiede in der Form der Embryonen sind wohl ausschliesslich durch die Gestalt der Fruchtschale bedingt.

1. Die Scheibenfrüchte (*S*) keimen besser (in höherer Prozentzahl) als die Randfrüchte (*R*).
2. Die Scheibenfrüchte keimen rascher als die Randfrüchte.

Ein zweiter Versuch mit je 30 Früchten gab ein ähnliches Resultat; die relative Zahl der Keimlinge aus den Randfrüchten war diesmal noch geringer.

Die Ursache des schlechteren Resultates, das die Randfrüchte beide Male lieferten, wird zu einem Teil darin zu suchen sein, dass von ihnen eine grössere Prozentzahl von vornherein taub war. Das war auch direkt nachweisbar: Unter je 50 daraufhin untersuchten Früchten fand ich 7 taube Randfrüchte und 4 taube Scheibenfrüchte.

Zum Teil liegt die Ursache aber sicher tiefer, wie ein Keimversuch lehrte, bei dem je 50 aus der Fruchtschale mit aller Sorgfalt herausgeschälte Samen verwendet wurden, und der in Fig. 1, II in Kurvenform dargestellt ist.

Man sieht sofort, dass auch jetzt noch, wo nur gutausgebildete Samen zur Verwendung kamen, die Randfrüchte im Nachteil sind; der Unterschied der Keimprozente muss also auf der Konstitution der Embryonen beruhen Dagegen ist jetzt die Differenz in der Keimdauer ziemlich ausgeglichen; sie wird also sicher zu einem grossen Teil durch die ungleiche Beschaffenheit der Fruchtschale bedingt, vielleicht durch den ungleich leichten Zutritt des Wassers zum Embryo. — Die verschiedene Konstitution der Embryonen selbst aber beruht gewiss auf ungleicher Ernährung irgend welcher Art.

Auf den ersten Blick erscheint es vielleicht auffällig, dass die durchschnittlich schwereren Embryonen der Randfrüchte eine geringere Keimungsenergie besitzen als die leichteren der Scheibenfrüchte. Es widerspricht das der gewöhnlichen Erfahrung; doch leuchtet ein, dass das Gewicht nicht in allen Fällen das ausschlaggebende Moment bei der Keimung sein muss.

Nachschrift. Während des Druckes habe ich noch 600 Randfrüchte und 600 Scheibenfrüchte, die durch Druck auf Taubheit geprüft worden waren, gewogen und jene im Mittel 2,59 *mg*, diese 2,44 *mg* schwer gefunden. Eine Differenz im durchschnittlichen Gewicht ist also sicher vorhanden, wenn sie auch nicht immer so gross ist, wie zufälligerweise bei den S. 174 mitgeteilten, ersten Wägungen, und die grossen Scheibenfrüchte etwas schwerer sind als die kleinen Randfrüchte.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

# 27. H. Harms: Über Heterophyllie bei einer afrikanischen Passifloracee.

Mit Tafel XII.

Eingegangen am 30. März 1906.

Auf einer Reise nach dem Kilimandscharo sammelte G. VOLKENS im Buschwalde zwischen Magila und Mkusi am 26. Januar 1893 blütenlose Zweigstücke, die eine sehr eigentümliche Heterophyllie zeigen; neben länglichen Blättern von wenig auffallender Gestalt trägt derselbe Zweig ganz anders geformte, sehr schmale und lange fiederschnittige Blätter. VOLKENS bezeichnete diese Zweige als „Jugendzustand einer Liane". Lange Zeit war ihre Zugehörigkeit zu irgend einer der bis jetzt aus Ostafrika bekannten Arten völlig unsicher, ja, man wusste nicht einmal, welcher Familie man sie zuweisen konnte. Zweigstücke mit Schmalblättern hatte bereits C. HOLST September 1892 im Hinterlande von Tanga gesammelt, und dieselbe Form nahm A. ENGLER November 1902 im Sachsenwalde bei Dar-es-Salam auf.

In ENGLER's Bot. Jahrb. XXXIII (1902) 148 habe ich auf eine von R. SCHLECHTER in Mossambik (Lourenço Marques) 1897 gesammelte Pflanze eine neue Gattung der Passifloraceae begründet, die ich dem Sammler widmete: *Schlechterina mitostemmatoides* Harms Im Sachsenwalde fand 1902 A. ENGLER die gleiche Gattung wieder auf, und auf Grund dieses Materials konnte ich den Zusammenhang zwischen den oben genannten, von VOLKENS mitgebrachten heterophyllen Zweigen und der Gattung *Schlechterina* erkennen. Um indes die Zugehörigkeit der Schmalblätter, die so ganz anders aussehen als alle sonst bisher von Passifloraceae bekannten Blattformen, zu den blühenden Zweigstücken von *Schlechterina* ganz sicherzustellen, wandte ich mich an Herrn Forstassessor Dr. HOLTZ und bat ihn, nach der Pflanze im Sachsenwalde zu forschen. Seinen Bemühungen, für die ich ihm auch an dieser Stelle verbindlichsten Dank ausspreche, gelang es, diese Passifloracee in allen wünschenswerten Stadien einzusammeln, so dass jetzt der merkwürdige Fall von Heterophyllie nach der systematischen Seite festgestellt ist.

Der auf Tafel XII abgebildete Zweig, der den Übergang der einen Blattform in die andere so schön veranschaulicht, wurde von Dr. HOLTZ in den Pugubergen gesammelt; das ebendort abgebildete obere Stück eines blühenden Zweiges stammt aus dem Sachsenwalde. Herr Dr. HOLTZ teilte mir über seine wiederholten Beobachtungen

folgendes mit: „Die Pflanze bildet, soviel ich bis jetzt beobachten konnte, zahlreiche wenig verzweigte Hauptsprosse, die wohl 3 *m* und darüber hoch an Bäumen empor ranken. Die langen, schmalen, tief eingeschnittenen Blätter treten sonderbarerweise nur an der untersten Partie der Pflanze, nahe dem Boden, auf. Sie bilden die ersten Blätter der ursprünglich orthotropen Hauptsprosse bzw. der am untersten Ende bereits ausgebildeter, verholzter Hauptsprosse entspringenden Adventivsprosse. Sobald diese Triebe ein bestimmtes Stadium der Streckung erreicht haben, beginnen sie sich auf in der Nähe wachsende Bäume und Sträucher zu stützen und an ihnen emporzuranken; gleichzeitig bilden die obersten schmalen Blätter in ihren Achseln Ranken und gehen im weiteren Verlaufe des Längenwachstums der Sprosse allmählich in die breite Blattform über; in der Folge bilden sie nur noch breite Blätter. Mit der Verholzung der am unteren Ende etwa Bleistiftstärke erreichenden Triebe fallen die langen, schmalen Blätter ab. An den von den oberen, breitblätterigen Teilen der Sprosse ausgehenden Verzweigungen bilden sich stets nur breite Blätter, weshalb man nicht selten an einzelnen Exemplaren der Pflanze gar keine schmalen Blätter vorfindet, und zwar handelt es sich eben dann um solche Pflanzen, bei denen die vorhandenen Sprosse alle den Grad der Ausbildung erreicht oder überschritten haben, mit dem die Verholzung der unteren Teile beginnt und Neubildungen von Trieben nicht im Gange sind. Umgekehrt trifft man bei Pflanzen, die z. B. beim Buschklären unmittelbar über dem Boden völlig gekappt wurden, eine gewisse Zeit lauter Triebe mit nur schmalen Blättern (Wurzelbrut oder Stockausschläge).“

Wie die Abbildung lehrt, sind die unteren Blätter des Sprosses nur ganz kurz gestielt (2—4 *mm*), ja bisweilen fast sitzend; am Grunde der allmählich in den Stiel verschmälerten Spreite bemerkt man bisweilen ein Drüsenpaar, das indessen viel deutlicher an den oberen, breiten Blättern hervortritt. Die Schmalblätter sind etwa 10 bis 21 *cm* lang, 4—11 *mm* breit, demnach äusserst schmal, linealisch. Die Spreite ist längs des vorspringenden Mittelnerven tief fiederschnittig oder fiederspaltig (folia linearia vel anguste lanceolata, pinnatifida vel pinnatipartita), die breiten Einschnitte gehen oft bis nahe an den Mittelnerv heran, sind meist abwechselnd, seltener paarweise gegenübergestellt, gewöhnlich spitz, bisweilen stumpf; nach oben hin verlieren sie sich allmählich, und das Blatt läuft in eine lange, schmale, dünne Spitze aus. Ähnliche Blattform findet sich z. B. bei *Myrica* (*Comptonia*) *asplenifolia* L., manchen Proteaceae (Arten von *Dryandra* und *Banksia*), gewissen Farnen (*Polypodium*- und *Blechnum*-Arten).

Weiter oben findet man linealische oder schmal lanzettliche Blätter, an denen die Einbuchtungen viel schwächer sind oder fast

verschwinden, und diese bilden den Übergang zu den normalen, breiten, länglichen, gestielten Blättern. Diese zeigen am Rande meist unregelmässig wellige, entfernt stehende Einkerbungen oder Zähnelungen, seltener sind sie nahezu ganzrandig; am Grunde der Spreite oder am Blattstiel, ein wenig unterhalb des Spreitengrundes, tragen sie ein Drüsenpaar, bisweilen finden sich auch noch ein oder zwei kleine Drüsen am untersten Teile des Spreitenrandes. Ranken treten bisweilen schon in den Achseln einiger der oberen Schmalblätter auf und begleiten von da ziemlich regelmässig die oberen normalen Blätter.

Verschiedenartigkeit der Blattform bei derselben Pflanze treffen wir unter den Passifloraceae mehrfach; so treten neben gelappten Blättern recht oft ungelappte auf.[1]) Indessen bleibt die Blattform in solchen Fällen im Rahmen dessen, was man von den Passifloraceen zu erwarten gewohnt ist. Die Schmalblätter von *Schlechterina* stehen ganz isoliert da. Auch aus den Nachbarfamilien scheint keine ähnliche Form bekannt zu sein.[2]) Wie haben wir nun das Vorkommnis zu deuten? Man weiss bisher nicht, ob den Schmalblättern noch andersartige, etwa längliche Blätter vorausgehen; Keimpflanzen kennt man nicht. Nach einer bisweilen geäusserten Ansicht deuten die Primärblätter unter gewissen Verhältnissen auf die Phylogenie der Art hin, so dass die Erstlingsblätter anzugeben vermögen, von welchen Vorfahren die Art abstammt.[3]) Diese Ansicht ist wohl in dieser Allgemeinheit nicht haltbar; unser Fall lässt sich jedenfalls mit ihr nicht in Einklang bringen, da Schmalblätter der *Schlechterina*-

---

1) Z. B. bei *Adenia lobata* (Jacq.) Engl. (vergl. MASTERS in Fl. Trop. Afr. II, 516), *Basananthe heterophylla* Schinz (Verh. Bot. Ver. Brdbg. XXX, 252) u. a. Bei *Passiflora palmatisecta* Mast. sind zwar alle Blätter gelappt, aber die Lappen der unteren sind mehr oder minder ganzrandig, die der oberen fiederig eingeschnitten.

2) Herr Geh. Rat URBAN hatte die Liebenswürdigkeit, mir anzugeben, dass er von den verwandten Turneraceen nichts Ähnliches kenne. Zugleich zeigte er mir, wofür ich ihm auch hier meinen besten Dank ausspreche, interessante Fälle von Heterophyllie an zwei westindischen Pflanzen. Bei *Capparis jamaicensis* Jacq. sind die gewöhnlichen Blätter länglich; Jugendstadien (als *C. longifolia* Swartz beschrieben) zeigen ganz schmale, linealische Blätter Bei *Chlorophora tinctoria* (L.) Gaudich. sind die Blätter gewöhnlich ganzrandig oder nur gezähnt; an jugendlichen Sprossen finden wir fiederspaltige Blätter, und bisweilen sind sogar die Fiedern wieder eingeschnitten. Vergl. Symb. antill. IV (1905) 195 und 252.

3) Vergl. PAX, Morphologie (1890) 105; SCHÄFFER in Abhdl. Naturwiss. Ver. Hamburg XIII (1895), nach Bot. Centralblatt LXV (1896) 315: „Die Entwicklungsstadien des Laubblattes entsprechen im allgemeinen phyletischen Stadien, so dass die Form des Primärblattes auf die Form des Vorfahrenblattes schliessen lässt.“ — Ebendort heisst es: „Rückschlagsprosse treten am häufigsten nahe der Basis des Pflanzenstockes auf.“ Diese Deutung scheint mir für den vorliegenden Fall nicht zulässig.

Form nirgends sonst in der Verwandtschaft auftreten oder wenigstens noch nicht beobachtet sind. Lässt sich nun etwa die Erscheinung auf bestimmte Lebensbedingungen der Art zurückführen? Diese Frage ist natürlich nur an Ort und Stelle lösbar. Indessen könnte ich mir nicht recht vorstellen, welchem Zweck diese Heterophyllie dienen könnte. Bisher erscheint sie mir wie ein rätselhaftes, von inneren Ursachen abhängiges Naturspiel.

Nach oben werden die Blätter häufig allmählich kleiner. Kommt der Spross zur Blüte, so können zwei Fälle eintreten. Im ersten Falle finden wir, und so verhält sich der abgebildete Zweig, in der Blattachsel oberhalb des Fussstückes einer abgebrochenen Ranke einen gestauchten, ganz kurzen Zweig mit fünf bis sechs, seltener mehr Blüten. Im anderen Falle treffen wir in der Achsel eines Blattes wiederum oberhalb der das primäre Axillarprodukt dieses Blattes darstellenden Ranke einen langen (etwa 63 *cm*) Zweig, der *Z* genannt sei. Er trägt zunächst einige zwanzig Blätter ohne Ranken oder Blüten, und dann folgen mehrere Blätter, in deren Achseln je eine langgestielte Blüte entspringt, oberhalb deren eine winzige Beiknospe zu bemerken ist. Weiter oben sehen wir aus den Blattachseln lange, dünne Stiele (5—8 *cm* lang) hervortreten, die an der Spitze nur ein ganz kleines, knöpfchenartiges Knöspchen tragen. Ich vermute, es handelt sich bei diesen Gebilden des Zweiges *Z* um Übergangsstadien zu reinen Ranken. Wir besitzen ausser diesem Zweige *Z* andere, von ihrem Abstammungszweige losgerissene Stücke, an denen in den Achseln der unteren Blätter Einzelblüten, in denen der darauf folgenden ohne Übergangsformen Ranken entspringen. Der Zusammenhang zwischen Blütenstielen und Ranken ist hier unverkennbar; sie entsprechen einander ganz genau in ihrer Stellung, sie sind das primäre Axillarprodukt des Blattes, und es wäre von grösstem Interesse, an noch reicherem Material die bei dieser Pflanze offenbar vorkommenden Übergangsformen genauer kennen zu lernen. — Das Vorkommen von kurzen, blütenstandähnlichen Zweigen neben Einzelblüten bei derselben Art ist wohl miteinander zu vereinen, und ob diese oder jene Form ausgebildet wird, das wird gewiss mit äusseren Bedingungen irgendwie zusammenhängen. An dem Exemplar von SCHLECHTER finden wir in der Blattachsel oberhalb einer abgebrochenen Ranke einen kurzen, mehrere Knospen tragenden Zweig, der Bracteen oder noch jugendliche Blätter zeigt. Die langen, in den Achseln der Blätter entspringenden, blütentragenden Zweige entsprechen ganz den genannten Kurzzweigen; es sind die gleichen, über der Ranke stehenden Beisprosse, die in einem Falle gestaucht bleiben, nur Bracteen oder bracteenähnliche Blätter mit axillären Blüten entwickeln, im anderen

zu langen, beblätterten Zweigen auswachsen.[1]) Da wir bei dem Originalexemplar von SCHLECHTER oberhalb der Blüten oft noch jugendliche Laubblätter finden, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass diese blühenden Zweige, solange nur Knospen vorhanden sind, kurz bleiben, später jedoch unter Umständen mit der Entfaltung der Blüten oder nach ihrer Entfaltung auswachsen. Wie aus dieser Schilderung hervorgeht, spielt sich die Verzweigung der Pflanze in der Weise ab, dass die oberhalb der Ranke befindliche Beiknospe, vielleicht auch gelegentlich eine oberhalb einer Blüte gelegene zu einem Seitenzweige austreibt.[2])

Den Blüten gehen zwei gegenüberstehende oder einander wenigstens genäherte winzige, lanzettliche Vorblätter voraus, die etwa in der Mitte des Stieles oder etwas oberhalb der Mitte eingefügt sind. Auch an den Ranken bemerkt man öfter ein oder zwei ganz kleine Bracteen, ein Beweis mehr für die Homologie zwischen Blütenstielen und Ranken in dieser Familie, die ich bereits früher betont habe. Nicht weit vom Kelchgrunde bemerken wir am Blütenstiel eine Gliederung.

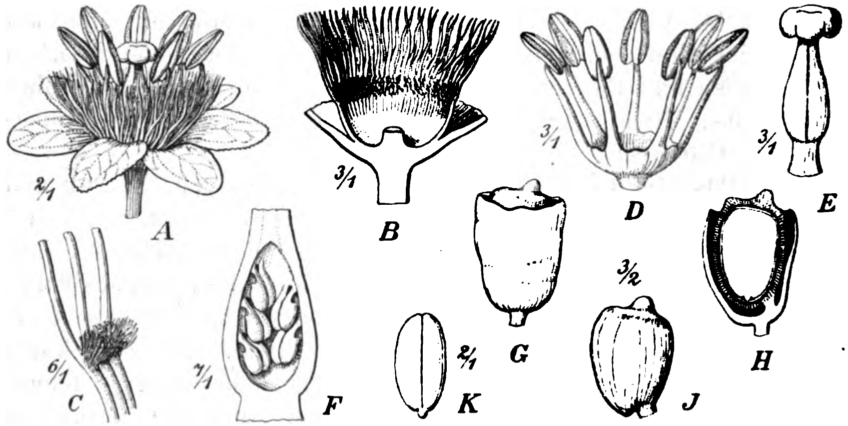
Der Bau der Blüten konnte auf Grund des von ENGLER und HOLTZ gesammelten Materials viel besser ermittelt werden, als dies die von R. SCHLECHTER gesammelte Pflanze ermöglichte, die nur Knospen aufwies. Einen wesentlichen Unterschied zwischen der Pflanze SCHLECHTER's und denen aus Deutsch-Ostafrika kann ich nicht erkennen; bei SCHLECHTER's Pflanze sind die Blätter nicht oder kaum gezähnt; indessen ist dieses Merkmal auch bei den anderen Exemplaren recht schwankend. An den Knospen traten die bartartigen Fädchen am Rande des Coronabechers kaum oder gar nicht in Erscheinung; bisweilen sind sie andeutungsweise als winzige Gebilde schon bemerkbar. Die früher von mir gegebene Diagnose ist in einigen Punkten zu verbessern. Auffallend ist eine gewisse Unregelmässigkeit in der Zahl der Blütenteile. Die vollständigsten Blüten sind in allen Kreisen 4-zählig: 4 Kelchblätter; 4 ihnen sehr ähnliche Blumenblätter, jedoch etwas kleiner, schmaler und häutiger; 8 Staubblätter, deren Staubfäden am Grunde zu einem breiten Becher vereint sind (zwischen den Staubfäden bemerkt man

---

1) Ganz ähnliche Verhältnisse treten bei *Adenia*- und *Ophiocaulon*-Arten auf; auch bei ihnen entwickelt sich der Beispross bald zu einem langen, beblätterten Zweig, bald durch Reduktion der Blätter zu einem Blütenstand (vergl. HARMS in ENGLER's Bot. Jahrb. XXIV (1897) 166).

2) Diese Art der Verzweigung ist bei den Passifloraceae jedenfalls sehr weit verbreitet (HARMS, l. c. 175); wo Ranken oder Blüten oder beide zugleich als primäre Achselprodukte auftreten, wird die weitere Verzweigung ganz allgemein von Beisprossen aufgenommen, die oberhalb der Ranke oder des Blütenstandes entspringen.

am Rande des Bechers noch winzige Erhebungen [so in Figur *D*], seltener an deren Stelle ganz kurze Zähnchen) und längliche dorsifixe Antheren tragen; einfächeriger, kurz gestielter, länglicher Fruchtknoten mit vier wandständigen Placenten, ausgehend in einen kurzen, dicken Griffel, der von einer breiten, 4-lappigen Narbe gekrönt wird (Fig. *E*, *F*). Es kommen nun nicht selten auch andere Zahlen vor. So findet man bisweilen 3 Kelchblätter, 3 Blumenblätter; in einer Knospe konnte ich neben 4 Kelchblättern nur 2 Blumenblätter bemerken. Recht oft findet man nur 7 Staubblätter (vergl. Fig. *D*), ja bisweilen sind nur 6 entwickelt. Selten trägt der Fruchtknoten nur 3 Placenten und eine 3-lappige Narbe. Jedenfalls scheint die Zahl der Staubblätter niemals der der Kelchblätter gleich zu sein,




Blütenbau von *Schlechterina* nach dem von Dr. HOLTZ gesammelten Material. *A* Blüte. *B* Längsschnitt durch die Corona. *C* Stück des Coronarandes. *D* Androeceum. *E* Fruchtknoten. *F* Längsschnitt durch den Frkn. *G* Same mit Arillus. *H* Same im Längsschnitt. *J* Same ohne Arillus. *K* Embryo, von der Schmalseite.

und darin ähnelt die Gattung der amerikanischen Gattung *Mitostemma*. Die Corona zwischen Blumenblättern und Androeceum besteht aus einem unteren, mehr oder minder zusammenhängenden, hier und da auch ± tief gespaltenen Teile und geht nach oben in freie Fäden aus, an deren Grunde innenseits ein Büschel kurzer, bartähnlicher Fädchen sitzt (Fig. *C*). An jeder Placenta sind mehrere (an jeder Placenta etwa 4—7) umgewendete, 2-reihig angeordnete Samenanlagen in hängender Stellung befestigt. Ihre Orientierung dürfte nicht immer so regelmässig sein, wie es Fig. *F* angibt.

Die Frucht wurde erst durch Dr. HOLTZ bekannt. Sie ist eine schmal längliche (etwa 4,5 *cm* lange), ganz kurz gestielte, nach beiden Enden verschmälerte, dünn-holzige oder krustig-holzige, einfächerige, 4-klappige Kapsel. Leider war es nicht möglich, eine Frucht ab-

zubilden, da das spärliche Material zerfallen ist. Die in Mehrzahl entwickelten, seitlich etwas zusammengedrückten, breit-eiförmigen oder schiefrundlich-eiförmigen Samen hängen vom Mittelstreifen der Klappe an kurzem Funiculus herab und kehren die Chalaza nach dem Kapselgrunde. Sie sind von einem häutig-fleischigen, taschenartigen Arillus umhüllt, aus dem der eigenartige, knöpfchenähnliche Auswuchs[1]) des Chalaza-Endes hervorsieht (Fig. *G*, *J*). Ähnliche Arillen kommen bei den Passifloraceae mehrfach vor; vermutlich geht auch hier wie bei *Adenia* (vergl. ENGLER, Bot. Jahrb. XIV, 380 und Pflanzenfam. III. 6a. 77, Fig 27 *A* und 85 Fig. 30 *E*) der Arillus aus einem allmählich emporwachsenden Ringwulste am Funiculus hervor.

Die Samenschale selbst ist krustig, und es lässt sich von ihr eine dünne Haut abziehen. Der Embryo (Fig. *H*, *K*) innerhalb der Samenschale richtet seine beiden verkehrt-eiförmigen oder dreieckig-verkehrt-eiförmigen, am breiten Ende gerundeten oder gestutzten, ziemlich dicken, etwas zusammengedrückten Keimblätter nach dem Chalaza-Knopfe, sein kleines Würzelchen nach der Anheftungsstelle. Eine schmale Lage spärlichen, dünnfleischigen Nährgewebes umgibt den Embryo.

Die Gattung steht offenbar *Crossostemma* Planch. am nächsten. Leider ist mir die einzige, in Sierra Leone heimische Art dieser Gattung nur mangelhaft bekannt Für *Crossostemma* werden 5 Kelchblätter, 5 Blumenblätter, 5 Staubblätter, 3 Placenten angegeben, die Zahlenverhältnisse sind also andere als bei *Schlechterina*, ausserdem soll die Narbe gross, ganzrandig sein, und der Blütenstand eine axilläre, wenigblütige Cyma bilden. Vollständiges Material von *Crossostemma* wäre sehr wünschenswert, damit man beurteilen kann, ob beide Gattungen nebeneinander bestehen können und ob nicht genauere Kenntnis der Blütenverhältnisse beide einander näher bringt, als es die Diagnosen vermuten lassen. Heterophyllie wird für *Crossostemma* nicht angegeben.

Ich habe *Schlechterina mitostemmatoides* Harms[2]) von folgenden Standorten gesehen:

---

1) Derartige Gebilde finden sich mehrfach bei *Passiflora*-Samen, z. B. bei *P. edulis* Sims; im übrigen besitzen die *Passiflora*-Samen und ebenso, soweit bekannt, die anderer Gattungen der Familie reichlicheres Nährgewebe, als die von *Schlechterina*.

2) Das Exemplar von SCHLECHTER zeigt keine Heterophyllie, sondern nur breite Blätter. Von ihm weichen die übrigen Exemplare in einigen zunächst unwesentlich erscheinenden Merkmalen ab (Blätter meist stärker und fast immer etwas eingeschnitten, nach der Spitze länger zugespitzt, selten stumpf, Blattstieldrüsen kleiner); sollten diese sich als konstant erweisen, müssten die Exemplare aus Deutsch-Ostafrika, die ich vorläufig als Varietät ansehe, als eigene Art zusammengefasst werden.

Mossambik: Lourenço-Marques (R. SCHLECHTER n. 11681, XII. 1897; in Knospen).

Die folgenden Exemplare bezeichne ich als var. *Holtzii.*

Deutsch-Ostafrika: Sachsenwald bei Dar-es-Salaam (ENGLER, Nov. 1902, mit Blüten. — HOLTZ n. 1070 und 1070a, Dez. 1903, mit Blüten; n. 1086, Dez. 1903, mit Früchten).

Exemplare ohne Blätter mit heterophyllen Zweigen:

Deutsch-Ostafrika: Buschwald bei Magila und Mkusi (VOLKENS n. 32, I. 1893); Puguberge bei Dar-es-Salaam (HOLTZ n. 933, IV. 1903; n. 1070b, XII 1903); Sachsenwald (BUSSE n. 3151; VII. 1903).

Exemplare, die ausschliesslich die Schmalblätter tragen:

Hinterland von Tanga (HOLST n. 4038; Sept. 1892); Sachsenwald (ENGLER n. 2182; Nov. 1902).

Herrn J. POHL sei hiermit bestens für die Ausführung von Tafel und Figuren gedankt.

BAND XXIV. JAHRGANG 1906. HEFT 4.

# BERICHTE

DER

# DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

VIERUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 4.

MIT TAFEL XIII.

AUSGEGEBEN AM 23. MAI 1906.

BERLIN,

GEBRÜDER BORNTRÆGER,

1906.

Man beachte die beigelegte Einladung zur Generalversammlung in Marburg in Hessen.

# Inhaltsangabe zu Heft 5.



**Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:**

**Freitag, den 29. Juni 1906,**

abends **7** Uhr,

**im Hörsaale des Botanischen Museums,**

Grunewaldstr. 6/7.

# Sitzung vom 25. Mai 1906.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

---

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen

Fräulein

**Rose Stoppel**, in **Charlottenburg**, Schlossstr. 51 (durch S. SCHWENDENER und E. BAUR),

sowie die Herren

**Buder, Johannes**, stud. phil. in **Berlin, S. 59**, Fichtestr. 24 (durch S. SCHWENDENER und E. BAUR),

**Ludwig**, Dr. **Alfred**, aus Potsdam, z. Z. in **Strassburg i. Els.**, Illring 4 (durch H. Graf ZU SOLMS-LAUBACH und E. HANNIG),

**Mücke, Manfred**, cand. rer. nat. in **Strassburg i. Els.**, Züricher Str. 23 (durch H. Graf ZU SOLMS-LAUBACH und E. HANNIG),

**Rübel**, Dr. **E.**, z. Zt. im **Berninahospiz** im Kanton Graubünden (durch C. SCHRÖTER und M. RIKLI),

**Ulbrich**, Dr. **E.**, Hilfsassistent am Königl. Botanischen Museum zu **Berlin** (durch L. DIELS und H. HARMS).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

**Buscalioni**, Dr., Professor in **Catania**,
**Krause**, Dr. **Kurt**, in **Berlin**,
**Schander**, Dr., in **Bromberg**,
**Hillmann**, Dr., in **Berlin**.

# Mitteilungen.

## 34. Arthur Meyer: Über Alfred Fischers Plasmoptyse der Bakterien.

Eingegangen am 26. April 1906.

Ich habe in einer kurzen Abhandlung, welche in dieser Zeitschrift (1905, Heft 8, S. 349) erschien, den Nachweis geführt, dass „Plasmoptyse“ im Sinne FISCHER's bei Bakterien nicht vorkommt, dass vielmehr die von FISCHER als Produkte der Plasmoptyse angesehenen kugelförmigen Bakterienzellen durch eine Schwellung der Bakterienstäbchen entstehen, welche unter eigentümlichen Formänderungen zustande kommt. Meine Darstellung der Verhältnisse ist völlig richtig, und jeder mit der Materie genügend vertraute Wissenschaftler muss eigentlich bei Anerkennung oder Wiederholung meiner Versuche und bei genauem Studium der Arbeit von BLAU (1905) und meiner Abhandlung erkennen, dass durch meine Mitteilung die Anschauung FISCHER's widerlegt, die Entwicklungsgeschichte der Kugeln klargelegt sei. ALFRED FISCHER ist anscheinend anderer Meinung. Er bringt in diesen Berichten (1906, Heft 2, S. 55) eine meiner Meinung nach die Sache verdunkelnde Entgegnung, so dass ich leider etwas eingehender zeigen muss, dass in der betreffenden Entgegnung mindestens alles das, was gegen meine Abhandlung angeführt wird, unrichtig ist. Da FISCHER S. 55 (1906) seiner Entgegnung sagt, er habe keine Veranlassung, seine „letzte Darstellung der Plasmoptyse“ zu korrigieren, muss ich nochmals zeigen, was FISCHER zuletzt unter Plasmoptyse verstand. Ich verweise auf meine Zitate (1905, S. 350—353) und kopiere hier nur einen Satz aus FISCHER's Vorlesung (1903, S. 47) nochmals: „Jetzt handelt es sich nur um den zellmorphologischen Vorgang und um sein Äquivalent, die Plasmoptyse, die in den Cholerakulturen bald schneller, bald langsamer auftritt und schon in 24 Stunden alten, bei 32° gehaltenen Kulturen auffallend häufig sein kann. Zwischen den schlanken Vibrionen finden sich zahlreiche, genau kugelige Gebilde mit mattem Inhalte, in dem oft ein glänzendes Körnchen schärfer hervortritt (Fig. 27 *a*).[1]) Diese Plasmoptysekugeln sind in 1—2 Tagen alten

1) Die genaue Kopie der Fig. 27 ist in meiner Fig. 2 (1905, Taf. XVI, Fig. 2) gegeben.

Kulturen zum Teil noch gut beweglich und tragen eine Geissel (Fig. 27 *d*) wie der Choleravibrio —; sie haben eine besondere Zellwand und protoplasmatischen Inhalt. Fast gleichzeitig mit der Bewegung der unveränderten Vibrionen erlischt auch die der Kugeln, ebenso werden sie permeabler, und schliesslich sterben sie ab —. An geeigneten Dauerpräparaten überzeugt man sich davon, dass die Kugeln nicht etwa einfach durch kugelige Aufblähung der Vibrionen entstehen, sondern dadurch, dass der Inhalt des Vibrio am geisseltragenden Ende hervorquillt und hier wie anderes aus der Hülle ausgestossenes Protoplasma eine Haut abscheidet." Sieht man sich dazu noch die Figuren 27 *a* und *c* und ihre Erklärungen an, so wird es zweifellos, dass FISCHER den Verlauf der Plasmoptyse „zuletzt" folgendermassen auffasste: Die Membran der Choleravibrionen reisst an einer Stelle, an welcher eine Geissel sitzt, auf, der Protoplast tritt aus der Membran als Kugel aus. Die sofort nach dem Austritte runde, nackte Protoplasmakugel umgibt sich mit einer Membran und bleibt kugelförmig, bis sie der Lösung anheimfällt

Wie aus dem Mitgeteilten hervorgeht, leitete FISCHER seine Auffassung der „Plasmoptyse" wesentlich aus Bildern ab, die er an angetrockneten und gefärbten Bakterien der Deckglaspräparate sah. Nachdem ich jetzt aus der Entgegnung FISCHER's (1906, S. 61) weiss, dass dieser an den Bakterienstäbchen hängende, vom Deckglas herrührende, tropfenförmige Verunreinigungen für ausgespucktes Protoplasma halten konnte, bin ich wohl nun berechtigt auszusprechen, was ich früher schon vermutete, aber nicht glauben mochte, dass nämlich die Fig 27 *c*, in welcher der Austritt des Protoplasmas aus der Stäbchenmembran dargestellt sein soll, meist oder allein ausgetrocknete Stäbchen mit zufällig den Enden anhängenden, mit angetrockneten, mehr oder weniger weit degenerierten Kugeln abbildet.

Es ist selbstverständlich, dass ich zur Nachprüfung der Plasmoptysefrage bessere Methoden zu benutzen suchte, als die waren, welche FISCHER angewandt hatte. Da FISCHER (1906, S. 56) eine mindestens sehr unkritische Bemerkung über meine Methode der Beobachtung macht, gehe ich auf dieselbe nochmals etwas genauer ein.

Ich habe zuerst die „Plasmoptysekugeln" der Cholerabakterien, die FISCHER beschrieb, mit denen von *Bacillus cylindricus* verglichen. Nachdem ich beide gleichwertig gefunden, habe ich *Bacillus cylindricus* allein weiter untersucht. Es ist selbstverständlich, dass die ersten Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der „Plasmoptysekugeln" von BLAU und von mir an Agarkulturen und Kölbchenkulturen in Nährflüssigkeiten gemacht wurden. Die Eruierung der Tatsachen über die Entwicklung von *Bacillus cylindricus* auf Agar und Nährlösungen, die bei BLAU (1905, S. 26—31) zu finden

sind, erforderten ja an sich schon die fortgesetzte Untersuchung äusserst zahlreicher Kulturen; es wurden aber ausserdem eine ganze Reihe von Kulturen wesentlich so untersucht, wie es von FISCHER jetzt (1906, S. 56) mit *Vibrio proteus* geschehen ist. Nur wurden nicht die sehr unzweckmässigen Hängetropfen der Bakteriologen benutzt, sondern es wurden die herausgenommenen Proben sorgfältig unter Deckglas auf dem Objektträger, unter Zwischenlegung mehr oder weniger feiner Glasfädchen beobachtet. Es stellte sich jedoch heraus, dass sich mit dieser Methode nicht der ganze Entwicklungsgang der Plasmoptysekugeln feststellen liess. Das gleichzeitige Auftreten lebhafter Schwärmer, grosser Kugeln, abgestorbener Stäbchen, bald auch degenerierter Kugeln und deren Zerfallsprodukte usw., das relativ seltene Vorkommen von als Zwischenglieder zwischen Stäbchen und Kugeln zu deutenden Formen in den grossen Kulturen, liess eine Sicherheit über den Entwicklungsgang nicht gewinnen. Klar wurde jedoch jetzt schon, dass von einem Austreten der Protoplasten niemals etwas gesehen werden konnte, dass alle Bilder, welche einen derartigen Vorgang vortäuschen könnten, eine andere Erklärung fanden. Als ganz wahrscheinlich erschien es aber schon hiernach, dass aus den Stäbchen zuerst ziemlich grosse und glatte Kugeln entständen, die bald abstürben und langsamer Schrumpfung und zuletzt dem Zerfall anheimfielen. Es fehlte also vorzüglich die direkte Beobachtung der Entstehung der Kugeln aus den Stäbchen und die Beobachtung des Verlaufes der Verkleinerung und des Zerfalls der Kugeln an mindestens einer kleineren Anzahl besser kontrollierbarer Kugeln.

Deshalb wurden nun Tropfenkulturen in einer feuchten Kammer teilweise möglichst kontinuierlich bis zum Zerfall der Kugeln, teilweise von Zeit zu Zeit beobachtet. Ich benutzte, wie ich nachträglich besonders hervorheben will, sorgfältig gereinigte Deckgläser, auf denen der Tropfen möglichst ausgebreitet wurde, so dass kein eigentlicher Hängetropfen entstand. In vielen meiner Versuche teilten sich die Stäbchen des gut genährten Impfmaterials anfangs sehr lebhaft in den guten Nährflüssigkeiten, bildeten sich dann oft ziemlich gleichzeitig zu Kugeln um (unter den von mir beschriebenen Formänderungen), und diese Kugeln schrumpften dann und zerfielen schliesslich, wie ich es angegeben habe. Die Beobachtungen der Tropfenkulturen schlossen also alle Lücken, welche nach den Beobachtungen an Agar- und Kölbchenkulturen blieben. Nur weil ich das weitere Verhalten der fertigen Kugeln nicht an einem einzigen Individuum verfolgt habe, habe ich mich in meiner Abhandlung S. 356 kritisch zurückhaltend so ausgedrückt: „Aus der Vergleichung des Aussehens der verschiedenen Kulturen (ich meinte auch die Tropfenkulturen) möchte ich schliessen, dass die gebildeten Kugeln in der Kolonie

später weiter (durch Fermente?) bearbeitet werden, schrumpfen und schliesslich zu blassen Massen und Körnchen zerfallen.“ Man wird nach dem Gesagten auch einsehen, dass für die folgende Bemerkung FISCHER's (1906, S. 56) kein Grund vorlag, und sie wird für jeden unverständlich erscheinen, der die tatsächlichen Verhältnisse berücksichtigt. FISCHER sagt: „Um die Kulturplasmoptyse zu sehen, muss man selbstverständlich die Bakterien in der von ihnen veränderten Nährlösung lassen und untersuchen, aber darf sie nicht in bessere Bedingungen bringen. Diesen Fehler begeht aber A. MEYER, wenn er (S. 355) eine Öse Bakterien in einen Tropfen von frischer Nährlösung versetzt und nach dieser Bodenmelioration meine Phantasie demonstrieren will. Er hätte gründlich den Verlauf in der Kultur verfolgen sollen.“

Ich habe übrigens nicht nur in der unzureichenden Weise wie FISCHER, also, wie gesagt, in Kölbchenkulturen und in der von mir in der Abhandlung angegebenen Weise, sondern auch noch in sehr verschiedener anderer Weise die Entwicklung der Kugeln kontinuierlich zu verfolgen gesucht. Ich sagte in meiner Abhandlung (1905, S. 355): „Nach einer grossen Reihe von Vorversuchen wurde folgendermassen verfahren.“ Diese Vorversuche habe ich, weil es mir unnötig erschien, nicht beschrieben. Hier will ich nur noch nach meinen Notizen je ein Beispiel aus zwei der Versuchsreihen anführen. Bei der einen Versuchsreihe wurden ebenfalls flach ausgebreitete Tropfenkulturen in feuchter Kammer beobachtet. Dabei wurde auf das Deckglas ein kleines Tröpfchen Wasser und ein minimales Stückchen Agar aus verschieden alten Agarkulturen der Spaltpilze gebracht. Das Wasser nahm dann Nährlösung aus dem Agar auf, es begann eine lebhafte Teilung der Stäbchen und die Teilprodukte verwandelten sich in Kugeln. Die Notiz über den mitzuteilenden Versuch sagt: Agar + Dextrose, Kultur 24 Stunden alt. Die Stäbchen verwandelten sich innerhalb 48 Stunden fast alle in Kugeln, leere Oidienmembranen waren nicht vorhanden; weiter wurden die Kugeln kleiner, nach drei Tagen waren viele zerfallen.

Bei einer anderen Versuchsreihe wurde statt des Agars eine Öse von verschieden altem Materiale in ein Wassertröpfchen gebracht. Auch hier begann zuerst meist lebhafte Teilung der Oidien; der Tropfen wurde dann wieder mit den Exkreten der Bakterien gefüllt, und es begann dann mehr oder weniger bald die Kugelbildung. Die Notiz über einen der Versuche sagt: Kultur auf $^1/_2$ Agar + Dextrose, 24 Stunden alt. Nach 12 Stunden noch keine Kugeln, dann bis zu 30 Stunden nur grosse Kugeln entstehend, die bis zu 50 Stunden teilweise kleiner geworden sind, von jetzt ab mehr und mehr schrumpfen und zerfallen. Versuch nach vier Tagen eingestellt.

Nun zu FISCHER's Entgegnung. FISCHER verwendet jetzt (1906,

S. 56) *Vibrio proteus* zu neuen Versuchen; als Kulturmedium Fleischwasser mit Zusatz von 1 pCt. Pepton und 1 pCt. Rohrzucker. Er impft die Bouillon mit dem Spaltpilze und entnimmt der Kultur stundenweise die zur Herstellung eines Hängetropfens nötige Menge. Am Hängetropfen studiert er den jeweiligen Zustand der Kultur. Zugleich scheint er wieder (S. 59, Fig. 8, 9, 10) angetrocknete und gefärbte Deckglaspräparate für seine Schlüsse verwendet zu haben. Er findet nun bei derartiger Beobachtung folgendes: Nach 12 Stunden gedunsene Vibrionen — nach 13 Stunden diese, ferner breit-eiförmige und vollendet kugelige Vibrionen — nach 14 Stunden neben den bei 13 Stunden vorkommenden Gebilden noch Kugeln mit kurzen Stielchen und solche mit „zwei kurzen spreizenden Beinchen" — nach 15 und 16 Stunden die ein- und zweibeinigen Kugeln zahlreicher — nach 20 Stunden die Kugeln beträchtlich vergrössert.

Es ist selbstverständlich, dass man aus diesen an Massenkulturen gemachten Beobachtungen nichts sicheres über die Entstehung der Kugeln aus den Stäbchen erschliessen kann, und es ist hervorzuheben, dass auch die Methoden der gewöhnlichen Hängetropfenbeobachtung und der angetrockneten Präparate möglichst geeignet zur Hervorrufung von Täuschungen sind. Aber über die Schwäche der Methode hilft auch in diesem Falle die Phantasie hinweg. FISCHER behauptet einfach (S. 56) folgendes: Die Kugeln, welche sich bis zur 13. Stunde in der Kultur bilden, entstehen nicht durch „Plasmoptyse", sondern durch Aufblähung und Abrundung der gedunsenen Vibrionen. Aber nach 14 Stunden entstehen die Kugeln durch „Plasmoptyse"; die Kugeln mit den Beinchen sind die Zeichen für echte Plasmoptyse. Direkt gesehen hat FISCHER von dem Vorgange der „Plasmoptyse" nichts. Die Behauptung, dass die Kugeln auf zweierlei Weise entstehen, ist gänzlich unbewiesen. Seine Bilder in Fig. 6—11, die Kugeln an Stäbchen darstellen und von ihm willkürlich als Phasen der Plasmoptyse gedeutet werden, sind höchst wahrscheinlich meistens mehr oder weniger degenerierte Stäbchen, an denen mehr oder weniger alte Kugeln kleben, also Gebilde von der Beweiskraft der an den Stäbchen sitzenden Schmutztröpfchen, die FISCHER früher als Beweise für die Plasmoptyse auffasste; einige wenige, z. B. das Bild in Fig. 6 oben links, mögen meiner Fig. 13 *a*, kaum eine mag meiner Fig. 11 entsprechen. In Fig. 5 bildet FISCHER sicher Stäbchen ab, die ohne Veränderung der Form starben und durch die Kolonie bearbeitet wurden. Sie sind keinesfalls Membranen von Stäbchen, die der „Plasmoptyse" verfielen.

Bei seinen Versuchen mit Ammoniak und mit Alkohol, die gar nichts über die Frage entscheiden können, ob die Kugeln durch „Plasmoptyse" oder in der von mir direkt beobachteten Weise entstehen, handelt es sich vielleicht um Unterschiede zwischen eben

entstandenen und älteren, völlig abgestorbenen und stark angegriffenen Kugeln.

Würde FISCHER irgend eine Verbesserung an der Methode angebracht haben oder irgend etwas gezeichnet haben, was mir nach meinen Versuchen unverständlich wäre, so hätte ich seine Beobachtungen wiederholt. So möchte ich FISCHER empfehlen, die von mir mit besseren Methoden ausgeführten Untersuchungen nachzumachen. Die Bakterienspezies, welche ich benutzte, steht ihm jederzeit zur Verfügung.

---

## 35. Werner Kegel: Varicosporium Elodeae, ein Wasserpilz mit auffallender Konidienbildung.

Mit drei Abbildungen.

Eingegangen am 29. April 1906.

In meinen Untersuchungen über den Einfluss von Chloroform und Äther auf die Assimilation von *Elodea canadensis* im Sommer 1904 [1]) fand ich ziemlich regelmässig in den von mir benutzten und dann allmählich absterbenden Trieben dieser Pflanze einen Pilz, der mir durch seine eigentümliche Konidienbildung auffiel und mich dadurch veranlasste, ihn etwas näher zu studieren.

Der Pilz durchwächst zunächst als Saprophyt die absterbenden und abgestorbenen Blätter und Stengel von *Elodea canadensis*, tritt dann aus der Oberfläche hervor und hüllt den ganzen Trieb in ein zartes, leicht bewegliches Mycel ein, um zuletzt in eine reiche Konidienfruktifikation überzugehen. Diese Konidien lösen sich leicht los und treten in solcher Menge auf, dass sie mit blossem Auge als kleine weisse, auf der Wasseroberfläche schwimmende Häufchen erkannt werden können.

Es gelang mir, den Pilz rein zu kultivieren, und zwar zunächst auf sterilisierten *Elodea*-Trieben in feucht gehaltenen Röhrchen; später zog ich ihn auf Gelatine, und als sich herausstellte, dass er diese verflüssigt, auf Agar-Agar in PETRI'schen Schalen oder auf schräger Oberfläche in Probierröhrchen. Als Nährsubstanzen benutzte ich *Elodea*-Dekokt, zum Teil auch unter Zugabe von *Elodea*-Fragmenten, ferner Pflaumendekokt, Bierwürze und Pepton + Fleischextrakt. Alle diese Substrate erwiesen sich in der Hauptsache als günstig für das Gedeihen des Pilzes.

1) Göttinger Dissertation, 1905.

Das zunächst auftretende vegetative, septierte Mycel bietet keine Besonderheiten, nur zeigt es bei Erschöpfung des Substrates Neigung, sich zu rhizomorphenähnlichen Strängen zusammenzulegen. Auf sterilen *Elodea*-Trieben erhielt ich nur dies Mycel, das sich während längerer Zeit (4—6 Monate) weiter entwickelte.

Auf Gelatine und Agar-Agar breitet sich das Mycel ziemlich langsam rasenförmig aus und zeigt nach 6—12 Tagen eine zunächst hellgrüne, später tief dunkelgrüne intensive Färbung in den älteren Teilen der Kultur. Auf diesem Substrat tritt nun zuletzt die Konidienfruktifikation ein, und zwar makroskopisch daran erkennbar, dass sich auf der Oberfläche des Mycelrasens ein rein weisser, flockiger Überzug bildet, der nur aus Konidien besteht. Besonders reichliche Konidienentwicklung bekam ich, wenn ich genügend Nährsubstanzen enthaltende, vom Pilz völlig durchwachsene Würfel von Agar-Agar in destilliertes Wasser brachte. Der Pilz wuchs dann ebenso wie aus den *Elodea*-Trieben auch hier aus dem Würfel heraus ins Wasser, und nach 6—10 Tagen erhielt ich die Konidien in grosser Menge.

Die Konidien entstehen an einfachen Konidienträgern, die sich nur wenig von dem gewöhnlichen vegetativen Mycel unterscheiden. Es sind einzelne, zum Teil über die anderen hinaus hervorragende Mycelfäden, die beim Austritt aus dem Substrat etwas dicker und straffer werden; sie zeigen sich am Ende häufig etwas übergebogen, sind in der Regel unverzweigt, und nur die kräftigsten treiben ganz zuletzt einen oder höchstens zwei kurze Seitenzweige. Die Konidien treten nur an den letzten Zellen eines solchen Trägers auf, und da sie sich nun ihrerseits sehr schnell und reichlich verzweigen, so geben sie dem ganzen bei schwacher Vergrösserung etwa das Aussehen von kleinen Baumkronen, mit einem Durchmesser von 0,2 bis 0,8 *mm*, die dem blossen Auge als kleine weisse Flocken erkennbar sind.

Die Konidien entstehen stets an dem oberen Ende einer Zelle; sie haben die Form von vier- bis achtzelligen, meist etwas gebogenen Stäbchen, die mit stark eingeschnürter Basis auf dem Träger aufsitzen. Charakteristisch ist für sie, dass sie stets unter fast genau einem rechten Winkel von ihrem Träger abstehen. Diese zunächst einfachen, unverzweigten Konidien (vgl. Fig. 1, *a*) lassen aber sehr bald aus einer oder aus zwei, selten aus mehr Zellen der mittleren Region neue Konidien hervorsprossen, die gleichfalls stäbchenförmig sind, mit schmaler Basis aufsitzen und wieder von ihren Mutterkonidien rechtwinklig abstehen. Diese Sprossung setzt sich in akropetaler Reihenfolge fort, wie es ähnlich bei *Cladosporium*, *Alternaria* usw. bekannt ist. Dadurch, dass nun aber die einzelnen Konidien immer fast genau senkrecht von den nächstälteren abstehen, dass sie ferner ziemlich dick und nur wenig oder zum Teil gar nicht gebogen sind, entsteht ein äusserst auffallendes, sparriges Verzweigungs-

system, wie es sonst an Pilzen nicht beobachtet wird. Die ganze Anordnung der Konidien an ihrem Träger zeigt etwas schematisch Fig. 1, nur muss man sich die Verzweigung nach allen Richtungen des Raumes, nicht in der Ebene allein statthabend denken.

Diese Sprosssysteme von Konidien beginnen nun sehr bald von ihren Trägern abzufallen und auch selbst auseinander zu brechen, so dass die Stäbchenkonidien zuletzt entweder ganz einzeln liegen oder, was meist der Fall ist, noch zu 2—5 verbunden bleiben. Derartige Konidienverbände (vgl. Fig. 2), wie sie etwas ähnlich LAGERHEIM bei *Selenotila nivalis*[1]) beschrieben hat, haben offenbar den

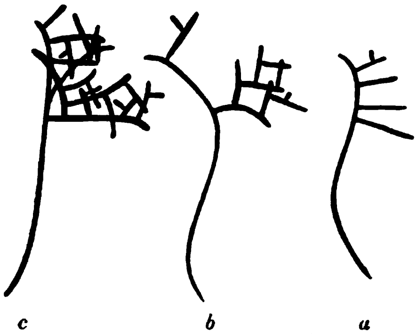



Fig. 1.



Fig. 2.

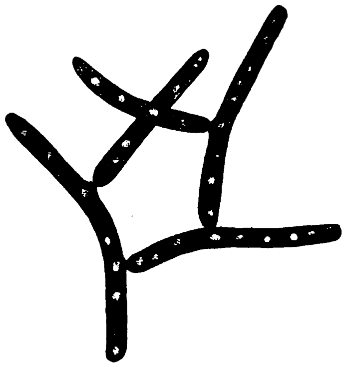


Fig. 3.

Zweck, als Schwebevorrichtung die Verbreitung des Pilzes im Wasser zu erleichtern. Sie erinnern unwillkürlich an chinesische Schriftzeichen und haben, da sie als das eigentliche Charakteristikum des Pilzes zu bezeichnen sind, demselben seinen Namen gegeben.

Der Inhalt der Konidien besteht normalerweise aus einem feinkörnigen, gleichmässig verteilten Protoplasma; in jeder einzelnen Zelle zeigt sich ein hellerer Fleck (vgl. Fig. 3). Die Grösse der Konidien schwankt beträchtlich, jedoch ist bemerkenswert, dass die an der Luft gebildeten Konidien im allgemeinen bei gleicher Dicke erheblich länger waren als die in Wasser. Die Dicke beträgt überall 4—5 $\mu$, die Länge der ältesten Konidien beträgt in Luft bis zu 0,17 *mm*, im Mittel etwa 0,12 *mm*, im Wasser dagegen höchstens 0,1 *mm* und im Mittel nur etwa 0,075 *mm*. Unter ungünstigen Nahrungsverhältnissen, bei Erschöpfung des Substrates wird das Plasma grobkörniger, es treten zuerst grössere Vakuolen, später Öl und Fetttropfen in den Zellen auf, und diese selbst beginnen etwas kugelig anzuschwellen.

1) ENGLER-PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien I, 1**, S. 421.

Ähnlich war das Verhalten der Konidien bei der Keimung. Ich verfolgte dieselbe im hängenden Tropfen in der feuchten Kammer und erhielt im *Elodea*-Dekokt und in Bierwürze die günstigsten Resultate. Bereits nach drei Stunden sind dann die ersten Stadien der Keimung zu erkennen. An allen freien Enden der Konidienverbände entstehen zunächst noch sehr kurze Keimfäden; sie sind dünner und zarter als die Mutterkonidien und mit hellem, hyalinen Plasma gefüllt. Schon sehr bald treten sie aber in ein reges Wachstum ein, sie verzweigen sich überaus reichlich, vereinzelt sprossen nachträglich auch noch einige mittlere Zellen der Konidien zu Keimfäden aus, und nach 48 Stunden ist bereits ein kugeliger Mycelrasen von 1—2 *mm* Durchmesser entstanden. Die Mutterkonidien, die anfänglich nur wenig angeschwollen waren, werden allmählich torulöser und fallen zuletzt gänzlich in die einzelnen Zellen auseinander. Fruktifikation erhielt ich bei diesen Versuchen nicht.

Zum Schluss möchte ich noch erwähnen, dass in einigen meiner ersten Kulturen noch Pykniden mit äusserst kleinen Pyknosporen auftraten. Da es mir zunächst schien, dass dies eine zweite Fruchtform meines Pilzes sei, so nahm ich auch dies Material in Kultur. Ich machte auf Agar-Agar Strichkulturen mit den Pyknosporen und erhielt ein ziemlich schnell wachsendes Mycel, auf dem schon nach 5—7 Tagen an der Impfstelle neue Pykniden auftraten. Da es mir jedoch trotz mannigfacher Variation der Kulturmethoden nicht gelang, direkt aus diesen Pyknosporen Konidien oder umgekehrt aus Konidien Pykniden zu erhalten, so muss ich es dahingestellt sein lassen, ob ich es mit zwei Fruktifikationsarten ein und desselben Pilzes oder mit zwei verschiedenen Pilzformen zu tun hatte.

---

## 36. A. Ursprung: Über den Bewegungsmechanismus des Trichia-Capillitiums.

Eingegangen am 10. Mai 1906.

Die eingehenderen Untersuchungen über die Bewegungsmechanismen haben gezeigt, dass diese Erscheinungen viel komplizierter sind, als man früher glaubte. Zu dem hygroskopischen Mechanismus, den man lange in toten Organen als allein wirksam angesehen hatte, ist der Kohäsionsmechanismus hinzugekommen. Die Erkenntnis der Wichtigkeit des neu gefundenen Kohäsionsmechanismus, wie auch das leicht verzeihliche Bestreben nach Vereinheitlichung mögen dann dazu geführt

haben, dass die wirkliche Bedeutung des hygroskopischen Mechanismus längere Zeit unterschätzt wurde. Meine Untersuchungen[1]) ergaben, dass in allen diesen Bewegungsapparaten neben dem Kohäsions- auch der hygroskopische Mechanismus vorhanden ist, und dass äusserlich sehr ähnliche Apparate einen recht verschiedenen Mechanismus besitzen können; das Equisetumsporangium lieferte sogar ein Beispiel dafür, dass in ein und demselben Gewebe bei den einen Zellen die Kohäsion mitwirkt, während bei den anderen nur die Hygroskopizität beteiligt ist.

Bei diesen verwickelten Verhältnissen muss besonders auch das Studium des Mechanismus solcher Apparate von Interesse sein, die in morphologischer Hinsicht nahe verwandt sind. Ein Beispiel für diesen Fall liefern uns die Elateren der Lebermoose und die Capillitien der Trichiaceen. Nachdem für die Lebermooselateren durch KAMERLING[2]) das Vorhandensein des Kohäsionsmechanismus festgestellt worden war, hätte man leicht geneigt sein können, für die *Trichia*-Capillitien denselben Bewegungsmodus anzunehmen. Die folgenden Untersuchungen werden jedoch zeigen, dass bei den näher geprüften Trichien die Kohäsion nicht im Spiele ist. Es zeigt dies aufs Neue, wie sehr man sich gerade auf diesem Gebiete vor voreiligem Generalisieren zu hüten hat.

Die mir zur Verfügung stehenden *Trichia*-Capillitien (*Trichia persimilis*, *fallax*, *Botrytis*) zeigten beim Befeuchten mit Wasser und beim Austrocknen Torsionserscheinungen an den einzelnen Capillitiumröhrchen. Zum genaueren Studium des Mechanismus diente *Trichia persimilis* Karst. Die Capillitiumröhren besitzen hier eine dünne Wand, in welche in der Regel drei oder vier schraubenförmige, rechtsläufige Verdickungsleisten eingelagert sind. LISTER[3]) gibt für unsere Art vier bis fünf „spiral bands“ an; im übrigen stimmt seine Diagnose mit der untersuchten Art überein. Die untersuchten Capillitien waren vor drei Jahren gesammelt worden und hatten seitdem trocken gelegen.

Bringt man die Capillitien auf einen trockenen Objektträger, so sieht man schon mit schwacher Vergrösserung, dass sie beim Anhauchen Torsionsbewegungen ausführen; diese Torsionen sind in der Weise gerichtet, dass dadurch eine Abrollung der schraubenförmigen Leisten erzielt wird. Bei Zusatz von Wasser bleibt die Erscheinung

1) A. URSPRUNG, Der Öffnungsmechanismus der Pteridophytensporangien. Jahrb. für wiss. Bot. 1903, S 635. — A. URSPRUNG, Beiträge zum Bewegungsmechanismus einiger Pteridophytensporangien. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1904, S. 73.

2) KAMERLING, Der Bewegungsmechanismus der Lebermooselateren. Flora 1898, S. 157.

3) LISTER, Guide to the British Mycetozoa. 1903.

qualitativ dieselbe. Es ist a priori klar, dass die Bewegungen, welche die Capillitien beim Anhauchen oder beim Einlegen in einen Wassertropfen ausführen, auf Hygroskopizität beruhen und dass der Kohäsionsmechanismus dabei in keiner Weise in Betracht kommt. Was die quantitative Seite der Bewegung betrifft, so sind natürlich alle möglichen Intensitäten erzielbar, je nachdem schwach oder stärker gehaucht oder das Capillitium völlig unter Wasser getaucht wird, entsprechend der Stärke der Wasserimprägnation der Wand.

Lässt man das Wasser verdunsten, so zeigen die Capillitiumröhren beim Austrocknen die entgegengesetzten Bewegungen, die Schrauben rollen sich wieder zusammen. Dies kann man sich nun auf zwei Arten entstanden denken, da die genannte Bewegung als Wirkung sowohl des Kohäsions-, wie auch des hygroskopischen Mechanismus a priori mechanisch möglich ist. In Anlehnung an die von KAMERLING erhaltenen Resultate bei Lebermooselateren wird man selbstverständlich in erster Linie Kohäsionsmechanismus vermuten.

Zur Entscheidung der Frage nach der Natur dieser Einrollungsbewegung beobachten wir dieselbe etwas genauer. Wir finden, dass auch das Einrollen gleichwie das Abrollen allmählich geschieht, ohne jeglichen Ruck oder Stoss. Hierbei sehen wir natürlich von jenen diskontinuierlichen Bewegungen ab, die durch Reibung zwischen den einzelnen Capillitienröhren oder zwischen diesen und dem Objektträger bedingt werden und nie vollständig zu vermeiden sind. Im Gegensatz hierzu beobachtet man bei den Elateren ruckweise Veränderungen, indem die mit Wasser gefüllte Elatere beim Austrocknen plötzlich ihre frühere[1]) Gestalt wieder annimmt; da hierbei häufig eins der beiden Enden kräftig auf die Unterlage aufschlägt, so kann ein Fortspringen stattfinden, ähnlich wie bei isolierten Polypodiaceensporangien. Es war nun früher vielfach üblich, aus dem Fehlen ruckweiser Bewegungen auf das Nichtvorhandensein eines Kohäsionsmechanismus zu schliessen, wonach also die Capillitienbewegungen hygroskopischer Natur wären. Ich habe aber nachgewiesen[2]), dass die Zuckungen, obschon sie gewöhnlich bei Kohäsionsmechanismen vorkommen, doch keine notwendige Begleiterscheinung sind, und dass somit aus dem Fehlen ruckweiser Bewegungen durchaus nicht auf die Abwesenheit des Kohäsionsmechanismus geschlossen werden darf.

---

1) Hierunter hat man natürlich nicht den völlig luftleeren Zustand zu verstehen, da sich die Elateren in dieser Hinsicht zweifellos ähnlich verhalten werden wie der Annulus des Polypodiaceensporangiums. (Siehe URSPRUNG, Beiträge zum Bewegungsmechanismus einiger Pteridophytensporangien. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1904, S. 75ff.)

2) Der Öffnungsmechanismus der Pteridophytensporangien, l. c.

Im folgenden sollen nun einige Beobachtungen angeführt werden, die über die Natur der Bewegung eine eindeutige Auskunft geben.

Würde Kohäsionsmechanismus vorhanden sein, so müssten sich auffallende Unterschiede in der Einstülpung der dünnen Membran beim Übergang aus dem wassergesättigten in den trockenen Zustand nachweisen lassen. Solche Differenzen in der Einstülpung konnte ich aber an dem untersuchten Material nicht beobachten. Während das Fehlen der Einstülpungen einen Beweis für die Abwesenheit des Kohäsionsmechanismus liefert, so darf aus ihrem Vorhandensein nicht auf die Anwesenheit des Kohäsionsmechanismus geschlossen werden. Ich habe früher nachgewiesen, dass bei *Equisetum* solche Einstülpungen auch dann vorkommen, wenn Kohäsion völlig ausgeschlossen ist; sie sind in diesem Falle durch Kontraktion der dünnen Membran in Richtung der schraubenförmigen Verdickungen zu erklären. Wenn also an Capillitien auch die genannten Einstülpungen beobachtet werden sollten, so wäre damit das Vorhandensein des Kohäsionsmechanismus noch nicht erwiesen. Kohäsionsmechanismus ist ferner vollständig ausgeschlossen, wenn die Einrollungsbewegung auch stattfindet, ohne dass das Lumen des Capillitiumrohres vorher mit Wasser gefüllt war. Dass dieser Fall tatsächlich vorhanden ist, lässt sich durch vorsichtiges Anhauchen feststellen. Wenn in dieser Weise operiert wird, so gewahrt man, dass der Blasenraum ständig erhalten bleibt, sowohl während des Ab-, als während des Einrollens. Es muss endlich auch möglich sein, aus dem Verhalten verletzter Capillitien unzweideutige Aufschlüsse zu erhalten. Durch Zerreissen mit den Nadeln oder Zerreiben unter dem Deckglas ist es leicht möglich kurze, an beiden Enden offene Bruchstücke von Capillitiumröhren zu erhalten. Diese Stücke führen beim Eintrocknen deutliche Bewegungen aus, trotzdem eine Einwirkung der Kohäsion natürlich ausgeschlossen ist. Die angeführten Tatsachen zeigen zur Genüge, dass der Kohäsionsmechanismus bei der Einrollungsbewegung entweder gar nicht oder doch jedenfalls nur in so untergeordneter Weise beteiligt ist, dass er vernachlässigt werden kann[1]). Es ist somit sowohl das Ab-, als auch das Einrollen (letzteres unter der in der Anmerkung ausgesprochenen eventuellen Einschränkung) durch hygroskopische Kräfte bedingt.

Es ist nun unsere weitere Aufgabe, näher auf den Sitz und die

---

1) Es ist ohne weiteres klar, dass ein absolutes Fehlen des Kohäsionsmechanismus nur durch genaue quantitative Messungen nachgewiesen werden kann. Bei der geringen Grösse und vor allem der speziellen Beschaffenheit des Objektes sind aber ganz exakte Bestimmungen ziemlich umständlich. Da es mir jedoch im wesentlichen nur darauf ankam, zu wissen, ob die Bewegung der Hauptsache nach durch den hygroskopischen oder den Kohäsionsmechanismus hervorgerufen wird, so habe ich die exakte quantitative Methode hier nicht zur Anwendung gebracht.

Wirkungsweise dieses hygroskopischen Mechanismus einzugehen. A priori sind verschiedene Möglichkeiten vorhanden. Denkt man sich die Verdickungsleisten der Capillitiumröhren isoliert und nimmt man an, dass die konkave Seite der Leisten in Richtung der Leisten stärker quellbar ist als die konvexe Seite, so würde notwendigerweise die Zahl der Windungen bei der Quellung vermindert werden müssen, was eine Torsion des ganzen Organs zur Folge hätte. Es ist aber leicht ersichtlich, dass es nicht angeht, die Aktivität in dem eben genannten Sinne einzig auf die Verdickungsleisten zu beschränken, da hierdurch die dünnen Membranpartien Dehnungen erleiden müssten, die faktisch nicht vorkommen. Den direkten experimentellen Nachweis lieferte das Verhalten isolierter, einfacher Wandstücke, die mit Hilfe des Mikrotoms erhalten wurden. Diese Wandstücke zeigten dieselbe Vergrösserung des Abstandes der Verdickungsleisten, trotzdem eine aktive Betätigung derselben in diesem Falle natürlich vollständig ausgeschlossen war.

In einem zylindrischen Organ findet bekanntlich infolge der Quellung eine Torsion statt, wenn die kleinsten Teilchen der Membran in schraubenförmigen Reihen angeordnet sind und die Quellungsintensität in Richtung der Schraubenlinie eine andere ist als senkrecht dazu[1]). Da man in Hinsicht auf dasselbe Verhalten bei anderen ähnlich gebauten Membranen wird annehmen dürfen, dass die kleinsten Teilchen der Capillitiumwand in schraubenförmigen, der Richtung der Verdickungsleisten entsprechenden Linien angeordnet sind, da ferner in der Regel bei ähnlich gestreiften Wänden die Quellung senkrecht und parallel der Streifung eine andere ist, so ist a priori für die Capillitiumröhren eine solche hygroskopische Torsionsbewegung wahrscheinlich. Dass senkrecht zur Richtung der Verdickungsleisten eine Quellung stattfindet, folgt aus der Zunahme des Durchmessers der Capillitiumröhren bei der Übertragung von Luft oder absolutem Alkohol in Wasser und konzentrierte Schwefelsäure[2]) und aus dem Sinne der Torsion[3]). Den Zahlenangaben sind als Einheiten die Mikrometerteile zugrunde gelegt:

---

1) ZIMMERMANN, Über mechanische Einrichtungen zur Verbreitung der Samen und Früchte mit besonderer Berücksichtigung der Torsionserscheinungen. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XII, 1881.

2) Die Anwendung dieses starken Quellungsmittels hatte den Zweck, die geringen Veränderungen kurzer Rohrstücke deutlicher sichtbar zu machen.

3) Mit Hilfe einer einfachen Konstruktion des Quellungsvorganges an der abgerollten Zylinderfläche lässt sich ohne Weiteres zeigen, dass die Durchmesserzunahme allein auch durch eine Quellung in Richtung der Verdickungsleisten erklärbar ist; doch ist hiermit eine Torsion verbunden, die der wirklich vorhandenen entgegenläuft.

| I. | | II.[1]) | |
|---|---|---|---|
| Alc. abs. | 1,5 | Luft | 4,0 |
| $H_2O$ | 1,5 | $H_2O$ | 4,2 |
| $H_2SO_4$ conc. | 2 | $H_2SO_4$ conc. | 5 |

Dass bei dieser Übertragung eine Torsion stattfand, zeigen die folgenden Beobachtungen an zylindrischen Bruchstücken desselben Capillitiumrohres, bei welchen die Anzahl der Windungen in den verschiedenen Flüssigkeiten bestimmt wurde:

| I. | | II. | |
|---|---|---|---|
| Alc abs. | 18 | | — |
| $H_2O$ | 15 | $H_2O$ | 18 |
| $H_2SO_4$ conc. | 13 | $H_2SO_4$ conc. | 14 |

Die Länge des Rohrstückes blieb annäherd dieselbe:

| I. | | II. | | III. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Alc. abs. | 14 | Luft | 28 | Luft | 35 |
| $H_2O$ | 14,1 | $H_2O$ | 28 | $H_2O$ | 35 |
| $H_2SO_4$ conc. | 14 | $H_2SO_4$ conc. | 28 | $H_2SO_4$ conc. | 35 |

Das Fehlen einer Verlängerung kann natürlich nicht auffallen, da eine starke Quellung sehr häufig sogar mit einer Verkürzung verbunden ist[2]).

Mit stärkerer Vergrösserung wurde dann der Abstand zweier benachbarten Verdickungsleisten gemessen; derselbe betrug

in Luft . . . . . . . . . . . . 1
in konz. $H_2SO_4$ . . . . . . . . . 1,5 bis 2 Einheiten.

Was das Verhältnis der Quellungsintensität der dünnen und dicken Membranpartien betrifft, so muss dasselbe in Richtung der Schraubenlinien aus mechanischen Gründen gleich Eins sein[3]), da sonst entweder Faltungen auftreten müssten, die nicht vorkommen, oder Spannungen sich einstellen würden, die eine gleichmässige Dehnung zur Folge hätten[4]). Dagegen sind Quellungsdifferenzen zwischen den verschieden dicken Membranstellen senkrecht zur Richtung der Schraubenlinien möglich und scheinen auch vorzukommen.

---

1) In der Beobachtungsreihe II wurde ein anderes Linsensystem benutzt.

2) SCHWENDENER, Über Quellung und Doppelbrechung vegetabilischer Membranen. Sitzungsber. der Berl. Akad. 1897, S. 669.

3) Wenigstens soweit es sich um unverletzte Capillitien handelt; sind dagegen die dünnen Membranstellen von den Verdickungsleisten auf eine gewisse Strecke isoliert, so kann sich eine verschieden starke Quellung geltend machen, während natürlich im Membranverbande höchstens ein verschiedenes Quellungs*bestreben* vorhanden sein kann.

4) Da aber in Wirklichkeit nur Verlängerungen oder Verkürzungen gemessen werden, so würde hierdurch eine gleiche Quellung vorgetäuscht.

Es hat jedoch keinen Zweck, an dieser Stelle näher auf diese Details einzugehen, da im wesentlichen nur festgestellt werden sollte, ob es sich um einen hygroskopischen oder einen Kohäsionsmechanismus handelt. Die wenigen Andeutungen zeigen aber, dass auch bei diesen scheinbar einfachen Apparaten die Erscheinungen noch lange nicht bis auf die Einzelheiten verfolgt sind.

Freiburg (Schweiz), Botanisches Institut.

---

## 37. F. G. Kohl: Die assimilatorische Funktion des Karotins und das zweite Assimilationsmaximum bei F.

Mit einer Abbildung.

Eingegangen am 11. Mai 1906.

An der *Cladophora*-Zelle fand ENGELMANN[1]) innerhalb der primären Assimilationskurve ein zweites Maximum bei der Linie F. Die Assimilationsenergie ergab sich innerhalb dieser Region annähernd gleich der bei D $^1/_2$ E. Ebenso lassen die 1883 von demselben Autor publizierten Zahlenwerte zunächst für grüne Versuchsobjekte aller Art, sowohl im Prismenspektrum, als auch besonders Normalspektrum, dieses Maximum bei F deutlich erkennen. In der auf S. 7—8 unter I für Sonnenlicht angeführten Reihe figuriert diese Spektralregion F mit 86,1 im Normalspektrum, mit 24,6 (—38) im Prismenspektrum, sodass sich beim Vergleich mit den Leistungen der übrigen Strahlen des sichtbaren Spektrums in derselben Tabelle eine assimilatorische Leistung der F-Strahlen ergibt, die grösser ist als die der Strahlen D $^1/_2$E (Prismenspektrum). Auch aus der Zahlenreihe auf S. 11—12 ist in der Umgebung von F eine auffallende Hebung der Assimilationskurve zu erkennen. Eine wesentliche Differenz zwischen den ENGELMANN'schen Untersuchungsergebnissen und den 1884 von REINKE[2]) publizierten bestand darin, dass REINKE eben dieses zweite Assimilationsmaximum bei F nicht nachzuweisen in der Lage war. Da dieser Forscher jedoch weder in der speziellen Qualität der von ihm benutzten Apparate, noch in Eigentümlichkeiten

---

1) TH. W. ENGELMANN, Über Sauerstoffausscheidung von Pflanzenzellen im Mikrospektrum. Bot. Zeitg, 40. Jahrg., Nr. 26, 1882.

2) J. REINKE, Untersuchungen über die Einwirkung des Lichtes auf die Sauerstoffausscheidung der Pflanzen. Bot. Zeitg., 42. Jahrg., Nr. 1—4, 1884.

der angewandten Versuchsobjekte einen hinreichenden Grund für die abweichenden Ergebnisse seiner Untersuchungen glaubte erblicken zu können, hielt er es nicht für ausgeschlossen, dass dieses Maximum bei F in den ENGELMANN'schen Beobachtungen hervorgerufen sei durch eine spezifische Wirkung der F-Strahlen auf die Bewegungsenergie der benutzten Bakterien, ähnlich etwa der, welche blaues Licht mässiger Konzentration auf die Bewegung mancher Zoosporen ausübe. Es liegt auf der Hand, dass die Stichhaltigkeit dieses Einwurfes experimenteller Prüfung unterzogen werden kann und muss, will man endlich zur Klarheit über diese Angelegenheit, die weiteres Interesse beanspruchen darf, als man zunächst vermutet, gelangen. Ich werde unten eine Reihe diesbezüglicher Versuche ausführlich mitteilen. Vorher möchte ich jedoch noch darauf hinweisen, dass die Abweichungen zwischen den Angaben der genannten beiden Forscher doch viel bedeutender und tiefer einschneidend sind, als es auf den ersten Blick erscheint. Während nämlich ENGELMANN (1883, S. 11—12) den Absorptionsbändern des Chlorophyllspektrums entsprechende Assimilationsmaxima konstatierte, äusserte sich REINKE (S. 51): „Dagegen entsprechen den sekundären Absorptionsmaximis der weniger brechbaren Spektralhälfte II und III keine sekundären Maxima der Sauerstoffausscheidung.“ Nicht nur die Absorptionen in der blauen Hälfte, sondern auch die im übrigen Spektrum, ausser derjenigen zwischen B und C, bleiben demnach bei REINKE für die Assimilation ohne Bedeutung; für den die blauvioletten Strahlen des Sonnenlichts absorbierenden Anteil des Chlorophylls nimmt REINKE die PRINGSHEIM'sche Lichtschutzfunktion in Anspruch, wobei er es vorläufig dahingestellt sein lässt, wie man sich etwa die Wirkung dieses Lichtschutzes vorstellen will. Es wäre ja möglich, dass schädliche Oxydationsvorgänge, wie etwa bei der Assimilation entstehender Aldehyde zu unbrauchbaren Säuren, die durch das blauviolette Licht induziert werden könnten, infolge der Absorption dieser Strahlen im Chlorophyll verhindert würden usw. Eine solche Vorstellung der Wirkungsweise des Chlorophylls im Blau und Violett wäre unnötig und überflüssig, wenn sich den Absorptionen im Chlorophyll entsprechende Hebungen der Assimilationskurve nachweisen liessen. Eine diesbezügliche Prüfung wird sich naturgemäss zunächst am besten auf die besonders starke Absorption bei F beziehen müssen; das punctum saliens ist dabei die Entscheidung der Frage: Sind die als Indikatoren der Sauerstoffentwicklung bei Anwendung der Bakterienmethode benutzten Bakterien in merkbarer Weise reizbar durch die F-Strahlen?

Wäre experimentell mit Sicherheit nachzuweisen, dass eine Einwirkung der F-Strahlen in bezeichnetem Sinne nicht vorhanden ist, so würde die Sauerstoffausscheidung bei F aufs Neue zu kontrollieren

sein. Erwiese sich letztere als unanfechtbar, dann wäre, da diese Absorption allein auf Kosten des Karotins gesetzt werden muss, dieser Farbstoff der Chromatophoren als ein an der Assimilationstätigkeit der Chloroplasten partizipierender legitimiert. Dann würden logischerweise auch etiolierte Blätter, deren Gelbfärbung und Lichtabsorption, wie ich in meinem Karotinbuche[1]) nachgewiesen habe, in erster Linie auf ihrem Karotingehalt basiert, zu assimilieren imstande sein, wobei es vorläufig ganz irrelevant sein kann, welche Höhe diese Beteiligung an der Assimilation im einzelnen Falle erreicht.

Unter Anwendung der ENGELMANN'schen Succedanmethode habe ich zuerst die beiden Fragen zu beantworten versucht: 1. Werden sauerstoffhungerige ruhende Bakterien im sauerstofffreien Raume durch F-Strahlen zu Bewegungen veranlasst und 2. wird eine schon vorhandene Bewegung der Bakterien bei gleichbleibender Sauerstoffzufuhr durch irgendwelche Lichtarten, insbesondere durch F-Strahlen gesteigert? Ich bediente mich bei den Versuchen der von mir zumeist bei Assimilationsuntersuchungen angewandten Bakterien, erstens eines Fleischfäulnis-Bakteriums (*Bacterium termo*) und zweitens eines *Spirillum*, das man fast regelmässig bei der Fäulnis von Maissamen erhält.

**Versuch** (am 9. Februar 1904).

Eine Luftblase wurde in der Bakterienflüssigkeit unter das mit Vaseline nach aussen abgeschlossene Deckglas gebracht und das Ganze so lange sich selbst überlassen, bis die Bakterien infolge des vollständigen Verbrauches des in der Luftblase enthaltenen Sauerstoffes zur Ruhe gekommen waren. Nunmehr wurde das Präparat mit den Strahlen verschiedener Spektralregionen mit Hilfe des ZEISSschen Mikrospektralapparates beleuchtet.

| | | |
|---|---|---|
| 1. | B—C | Bakterien bleiben bewegungslos, |
| 2. | C—D | " " " |
| 3. | D—E | " " " |
| 4. | E $^1/_2$ F | " " " |
| 5. | F | " " " |

**Versuch** (am 10. Februar 1904).

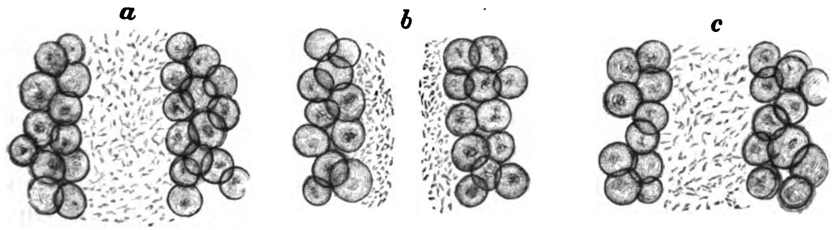
Die in der Umgebung der Luftblase in Bewegung befindlichen Bakterien wurden rasch nacheinander wie im vorigen Versuch mit den Strahlen der Spektralregionen 1—5 beleuchtet. Eine Steigerung der Bewegung konnte ich in keinem Falle beobachten. Die einzelnen Versuche wurden selbstredend öfters wiederholt.

1) F. G. KOHL, Untersuchungen über das Karotin und seine physiologische Bedeutung in er Pflanze. Leipzig 1902, S. 75ff.

Hieraus geht demnach mit Evidenz hervor, dass die F-Strahlen des Sonnenspektrums an sich weder eine Bewegung sauerstoffhungeriger Bakterien induzieren, noch eine bei Sauerstoffgegenwart bereits vorhandene Bewegung derselben zu steigern vermögen.

Nunmehr schritt ich (am 11. Februar 1904) dazu, die Sauerstoffausscheidung grüner Zellen im Lichte der F-Strahlen zu kontrollieren, was ich hier nur deswegen anführe, weil ich dabei auf besonders deutliche Weise den assimilatorischen Effekt der verschiedenen Strahlen sichtbar machte. Ich brachte nämlich unter das Deckglas zwei Partien von Algenzellen bezw. zwei Algenfäden (*Vaucheria* usw.) so nebeneinander, wie es beifolgende Skizze vergegenwärtigen soll.

In den Figuren *a*—*c* sind nur die sich bewegenden Bakterien eingezeichnet, die in Ruhe verharrenden dagegen sind weggelassen. Während in *a* alle zwischen den Algengruppen befindlichen Bakterien sich bewegten, blieb in *b* eine breite Mittelstrasse derselben in Ruhe, während in *c* die Sache wie in *a* lag. Ich unterlasse es




hier, weiter auszuführen, wie man aus dem gegenseitigen Maximalabstande der Algengruppen, bei dem eben noch alles Bakterienmaterial zwischen den Sauerstoffentwicklungsherden sich in Bewegung befindet, einen Rückschluss auf die relative Wirksamkeit der die Bewegung hervorrufenden Lichtart machen kann. Indem man die Maximalabstände der Algengruppen resp. Fäden als Ordinaten auf der Wellenlängenskala als Abscissenachse errichtet, kann man ohne weiteres eine Assimilationskurve konstruieren. Ich kann diese Methode besonders deshalb empfehlen, weil sich verhältnismässig leicht die Entfernung der Algen bestimmen lässt, welche nötig ist, um eine zwischen den letzteren sich hindurchziehende Zone unbewegter Bakterien zum Verschwinden zu bringen. Es handelt sich, wie man sieht, nur um eine Modifikation der ENGELMANN'schen Methode.

Mit Hilfe des eben geschilderten Verfahrens gelang es mir, aufs Neue zu sehen, dass vollkommen in Ruhe befindliche Bakterien in der Umgebung der mit F-Strahlen beleuchteten grünen Algen in deutliche Bewegung gerieten. Ein gleichmässiges Resultat erhielt

ich, wenn ich anstelle der Algen Blätter resp. Blattstücke von *Elodea*, *Lemna* usw. oder von etiolierten Keimpflanzen von *Pisum sativum*, von Dunkelpflanzen von *Scorzonera hispanica*, *Brassica oleracea* usw. anwandte. Ich will nicht unerwähnt lassen, dass, sowie man mit Blattstücken und nicht intakten Pflanzenorganen arbeitet, der Verdacht gerechtfertigt ist, die beobachteten Bewegungen der Bakterien könnten chemotaktische sein und durch Stoffe veranlasst werden, welche aus den angeschnittenen Zellen in die Flüssigkeit austreten. In der Tat kann man nicht selten solche nicht hierhergehörige Bakterienbewegungen beobachten; sie lassen sich aber von den durch Sauerstoff hervorgerufenen dadurch leicht unterscheiden, dass sie noch bei einer solchen minimalen Belichtung fortdauern, bei der die Sauerstoffbewegung längst erloschen ist. Zudem ist es leicht, vollkommen unverletzte Zellen der Beobachtung zu unterwerfen.

Hiernach liegt kein Grund vor, an der zuerst von ENGELMANN, später von mir nachgewiesenen „Zweigipfeligkeit“ der Assimilationskurve grüner Pflanzenorgane zu zweifeln und die zweite maximale Erhebung der Kurve im Blau bei F mit der daselbst stattfindenden Absorption durch das Karotin in kausalen Zusammenhang zu bringen.

Die Frage nach der Beteiligung des, wie ich nachgewiesen habe, wohl in allen Chromatophoren enthaltenen Karotins an der assimilatorischen Tätigkeit der Chloroplasten wird sich noch auf verschiedenen Wegen der Entscheidung nahe bringen lassen. So z. B. auf Grund folgender Überlegung. Fange ich alle Strahlen des Sonnenlichtes, welche vom Karotin absorbiert werden und also allein für seine Assimilationsarbeit verantwortlich gemacht werden können, vor dem Auffall auf ein grünes Blatt oder eine Algenzelle durch eine geeignete Karotinlösung ab, so wird sich die Assimilationskurve ändern müssen, wenn das Karotin an der Assimilation beteiligt ist. Behält die Kurve aber trotz Anwendung des Karotinfilters ihren bestimmten Verlauf bei, so wäre man berechtigt, dieses Chloroplastenpigment als assimilatorisch nicht tätig zu bezeichnen.

Zu gleichem Zwecke bot sich noch ein anderer Weg, den ich wie hier in Kürze mitgeteilt werden soll, mit Erfolg betreten habe. Ich betrachte mit TIMIRIASEFF und anderen die Chromatophorenpigmente als Sensibilisatoren, die sich von denen der photographischen Platte nur dadurch unterscheiden, dass sie nicht wie diese nur eine im Chlorsilber bereits vorhandene Fähigkeit steigern, sondern einen ohne sie nicht zustandekommenden Prozess direkt veranlassen. Während in der mit Chlorophyll sensibilisierten Plattenschicht die roten langwelligen Strahlen in kurzwellige umgewandelt werden müssen, dürften die Strahlen verschiedener Wellenlänge im Stroma, dem Organ der Kohlensäurereduktion, letztere ohne Transformation hervorzurufen imstande sein. Trotz dieser und anderer

Abweichungen vermag ich nicht einzusehen, weshalb man die Chlorophyllpigmente nicht als Sensibilisatoren auffassen sollte, ihre Rolle ist wie bei jedem Sensibilisator eine indirekte, sie absorbieren Licht und übertragen dessen Energie ebenso auf das Stroma wie dieselbe in der lichtempfindlichen Platte vom sensibilisierenden Farbstoff absorbiert und auf die Silbersalze übertragen werden. Wie ich nun eine Jodsilberplatte durch verschiedene Farbstoffe für verschiedene Spektralregionen empfindlich machen kann, so bringen die verschiedenen Chloroplastenpigmente verschiedenes Licht zur Ausnutzung, das Chlorophyll hauptsächlich das rote, Karotin und Xanthophyll das blauviolette. Es ist daher nur eine logische Konsequenz, wenn wir etiolierte Blätter für fähig halten zu assimilieren, vorausgesetzt, dass das vom Karotin absorbierte Licht ausreicht, um die nötige Energie zu liefern. Wie wir gesehen haben, lässt sich mit Hilfe der Bakterienmethode nicht nur erkennen, dass etiolierte Blätter Sauerstoff entwickeln, sondern die auffallende Erhebung der Assimilationskurve bei *F* spricht sogar dafür, dass es sich dabei um einen nicht unbeträchtlichen assimilatorischen Effekt handelt.

Bei Untersuchungen über die Chlorophyllbildung in der Pflanze, mit anderen Worten über das „Ergrünen“, mit denen ich seit längerer Zeit beschäftigt bin, hatte ich Gelegenheit, mich davon zu überzeugen, dass Chlorophyllbildung, wie bekannt, an die Gegenwart von Sauerstoff gebunden ist. Im Vakuum, in Wasserstoff usw. unterbleibt das Ergrünen, auch in reiner Kohlensäure. Und dennoch ist Ergrünen etiolierter Blätter ohne Sauerstoff möglich. Dass in reiner Kohlensäure Ergrünen nicht erfolgte, konnte seinen Grund in der zu hohen Partiärpressung dieses Gases haben, sind doch die Pflanzen einem äusserst geringen Kohlensäuregehalte in der Umgebung ausgesetzt und an einen solchen gewöhnt. Ich liess deshalb in das vollständig bis zu der für die betreffende Temperatur ermittelten Tension des Wasserdampfes evakuierte Gefäss, in welchem die etiolierten Blätter in Nährlösung standen, kleine Mengen von reiner Kohlensäure eintreten, schloss luftdicht ab und belichtete mehrere Tage hindurch. Ich will das Protokoll über ein paar meiner Versuche hier anführen:

**Versuch a)** (am 15. Februar 1906).

*Scorzonera hispanica.* Etiolierte Blätter in KNOP'scher Nährlösung + Spur Traubenzucker,

Temperatur 15,7° C.
Druck 14,5 *mm*.

Am 27. waren die Kontrollblätter normal ergrünt, die Vakuumblätter unverändert gelb.

**Versuch b)** (am 1. März 1906).

*Scorzonera hispanica.* Etiolierte Blätter wie oben.

Temperatur 15° C.
Druck 13,5 *mm*.

Dazu sauerstofffreie Kohlensäure unter allen Vorsichtsmassregeln gelassen, bis der Druck 55 *mm* betrug; schon am nächsten Tag trat deutliches Ergrünen ein; viel grösser darf, soweit ich jetzt übersehen kann, der Partialdruck der Kohlensäure nicht sein, denn als ich ihn bis 61 *mm* steigerte, unterblieb das Ergrünen wieder. Dass es aber bei niedrigerem Druck möglich ist, wurde ausser allen Zweifel gestellt. Etiolierte Blätter können also unter bestimmten Verhältnissen assimilieren und dabei den zur Chlorophyllbildung nötigen Sauerstoff selbst erzeugen. Die mit Hilfe der Bakterienmethode gewonnenen Resultate erhalten durch vorliegende Versuche eine willkommene Bestätigung. In der Natur wird die Pflanze, wie ich in einer besonderen Abhandlung über das „Ergrünen" mitteilen werde, von dem mit Hilfe der Karotinassimilation produzierten Sauerstoffe zur Chlorophyllbildung selten Gebrauch zu machen haben, weil ihr meist genügend Luftsauerstoff zur Verfügung steht. Wenn sie aber, wie aus obigem Versuche hervorgeht, vor der Chlorophyllbildung bloss mittels Karotins Kohlensäure zu zerlegen und Sauerstoff abzuspalten vermag, so liegt kein Grund dafür vor, ihm diese Fähigkeit auch später nach der Chlorophyllbildung abzusprechen. Nun könnte man freilich annehmen, dass im etiolierten Blatt ein anderer Farbstoff die Assimilation verrichte; allein ich habe schon früher die Ansicht vertreten, dass die etiolierten Blätter ihre Farbe in der Hauptsache dem Karotin verdanken. Ich habe diesen Gegenstand nochmals bearbeitet und komme wieder zu dem Resultate, dass neben viel Karotin nur relativ geringe Mengen von Xanthophyll im etiolierten Blatte enthalten sind, sonst nichts an Farbstoff. Reine Lösungen des Farbstoffs etiolierter Blätter, die niemals einen Lichtstrahl empfangen haben, weisen bei spektroskopischer und chemischer Untersuchung keinen anderen Farbstoff auf. Das Absorptionsspektrum ist das Karotinspektrum mit seinen drei Streifen im Blauviolett, über das sich ein leichtes Xanthophyllabsorptionsspektrum legt. Ich habe diese Prüfung im grossen Massstab, d. h. mit reichem Material unternommen (Auszüge aus den Blättern von etwa 120 etiolierten *Pisum*-Pflanzen, aus 65 grossen etiolierten Blättern von *Scorzonera hispanica* usw.), immer mit demselben Erfolg; da ich mich der besten Spektralapparate bei meinen Untersuchungen bedienen konnte (ZEISS, SCHMIDT und HAENSCH) und die Beobachtungen oft wiederholte, kann von einem Irrtume kaum die Rede sein. Es ist mir daher

unerklärlich, wie MONTEVERDE[1]) zu seinem komplizierten Etiolinspektrum mit Streifen beiderseits von D kommen konnte. Ich komme auf diesen Gegenstand ausführlich an anderem Orte zurück. Etiolin gibt es nicht, und, wie ich schon in meinem Karotinbuche behauptete, verdanken die Chromatophoren der etiolierten Blätter ihre Farbe ausschliesslich dem Karotin und dem Xanthophyll.

Sollte sich bewahrheiten, was TSCHIRCH[2]) neuerdings behauptete, dass nämlich Xanthophyll aus Karotin hervorgehe oder Karotin sich in Xanthophyll (mit blasser Endabsorption in der blauen Spektralhälfte) umwandle, was ich nach eigenen Beobachtungen nicht für unmöglich, ja sogar für wahrscheinlich halten möchte, so würde sich die Sachlage noch wesentlich vereinfachen. Soviel aber ist sicher, dass die gelben Farbstoffe im etiolierten Blatt nichts weniger sind, als etwa Vorstufen oder Muttersubstanz für das Chlorophyll, als welche man doch irrtümlicherweise das hypothetische Etiolin immer und immer wieder hinzustellen versucht hat. Das Chlorophyll entsteht neben den gelben Farbstoffen, die, wie ich ermitteln konnte, während des Ergrünens zunehmen können, während sie doch quantitativ abnehmen müssen, wenn sie gleichsam das Material für Chlorophyll darstellten. Gegen eine solche Vorstellung, der, wie ich glaube, schon meine früheren Untersuchungen den Boden geraubt haben, spricht auch die total verschiedene chemische Konstitution von Chlorophyll und Karotin, über die wir freilich noch längst nicht alles wissen, so viel aber doch, um den soeben bezeichneten genetischen Zusammenhang mehr als unwahrscheinlich erscheinen zu lassen. Die Karotinforschung wird mit Phytosterinforschung, das Chlorophyllproblem mit dem Lecithinproblem auf immer verbunden sein und Protochlorophyll (MONTEVERDE) oder Protophyllin (TIMIRIASEFF), die so sehnlichst gesuchten Vorstufen des Chlorophylls, wird man anderswo zu suchen haben, als im nun endlich zu Grabe getragenen Etiolin und in dem an seine Stelle gerückten Karotin und Xanthophyll. Es liegt kein Bedenken, wohl aber mancher Hinweis dafür vor, die direkte Vorstufe des Chlorophylls für farblos zu halten.

1) N. A. MONTEVERDE, Über das Protochlorophyll. Acta Horti Petropolitani, Vol. XIII. No. 11. 1894.

2) A. TSCHIRCH, Vergleichende spektralanalytische Untersuchungen der natürlichen und künstlichen Farbstoffe mit Hilfe des Quarzspektrographen. Ber. der D. Bot. Gesellsch. Bd. XXII. 1904, S. 414.

# 38. A. Möller: Mykorhizen und Stickstoffernährung.

Eingegangen am 15. Mai 1906.

Im Jahre 1903 veröffentlichte P. E. MÜLLER in der „Tidskrift for Skovbrug“ einen Aufsatz über das Verhältnis der Bergkiefer zur Fichte in den jütländischen Heidekulturen. Es wird darin die vielfach bestätigte Beobachtung mitgeteilt, dass reine Fichtenkulturen in den alten, jedenfalls in den westjütländischen Heideflächen in der Regel misslingen, weil die Fichten nach kurzem Jugendwachstum, sobald sie Manneshöhe erreichen oder noch eher, bei jährlicher Verkürzung ihrer Höhentriebe, immer kürzerer Nadellänge und gelblicher Nadelfarbe dahinsiechen, dass sie dagegen auf den gleichen Standorten gesund und grün bleiben, wenn sie in Mischung mit der Bergkiefer erzogen werden. Nach Erörterung aller Gründe, welche möglicherweise diese Tatsache erklären könnten, bei genauerem Zusehen sich aber als stichhaltig nicht erweisen, kommt der Herr Verfasser auf die Frage zu sprechen, ob nicht in dem Verhältnis der genannten Baumarten (*Picea excelsa* Link und *Pinus montana* Miller) zu ihren *Mycorhiza*-Pilzen der Schlüssel zum Verständnis der auffallenden Erscheinung könnte gegeben sein. Er teilt sodann seine Beobachtungen über die Mykorhizen der Bergkiefer und der Fichte mit; bei der Bergkiefer unterscheidet er traubenförmige oder racemöse und gegabelte oder dichotome Mykorhizaformen. Beide finden sich, wo die Bergkiefer auf humushaltigem Boden wächst; wo aber der Boden reiner Sand ohne humose Beimischung ist, da verschwinden die racemösen, und die dichotomen machen beinahe die einzig vorkommende Form aus. Bei der Fichte kommen nach MÜLLER die dichotomen Mykorhizen überhaupt nicht oder höchstens als seltene Ausnahmen vor, sie hat nur traubenförmige Mykorhizen. MÜLLER schliesst nun aus dem Umstande, dass die Bergkiefer in völlig humusfreien Medien, welche alle Nährstoffe mit Ausnahme des Stickstoffs enthalten, sich gut und kräftig grün entwickelt, ohne dass irgend ein anderes Organ von wirklicher Bedeutung für die Nahrungsaufnahme aus dem Boden, als eben die knollenförmigen Mykorhizen vorhanden wäre, dass diese letzteren höchst wahrscheinlich den freien Stickstoff der Luft zu assimilieren vermöchten. Und hieran schliesst sich die mit aller Vorsicht geäusserte Vermutung, dass die Bergkiefern dank ihrer dichotomen Mykorhizen Stickstoffsammler seien, und dass der von ihnen assimilierte Stickstoff den Fichten in irgend einer Weise zugute komme. P. E. MÜLLER sagt, dass er mit seiner Abhandlung die Absicht verfolgt habe, das Interesse der Pflanzenphysiologen und

Mykologen für fortgesetzte Untersuchungen dieser Gegenstände zu gewinnen.

Diese Anregung des hochgeschätzten Verfassers der Studien über die natürlichen Humusformen habe ich mit um so grösserer Freude aufgenommen, als ich ohnehin seit Jahren mit Versuchen beschäftigt bin, welche sich auf die Bedeutung der Kiefernmykorhizen beziehen[1]).

Der Herr Oberforstmeister P. E. MÜLLER hat die Güte gehabt, mir Samen und einjährige Pflanzen der Bergkiefer aus dem jütländischen Heidegebiete für die Versuche zu senden, wofür ich ebenso wie für die erhaltenen Anregungen auch hier meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Ich füllte drei unglasierte Blumentöpfe von je 25 *cm* Durchmesser und 40 *cm* Höhe mit ausgewaschenem Quarzsande aus Freienwalde. Die Topfscherben und der Sand waren nach einer von Herrn Prof. Dr. RAMANN in München ausgeführten Untersuchung frei von Stickstoff. Dem Sande mischte ich auf je 1 *kg* je 2 *g* zweibasischphosphorsauren Kalk bei. Am 17. April 1905 bepflanzte ich jeden Topf mit sieben Stück einjähriger Bergkiefern, welche ich im Jahre 1904 aus jütländischem Samen in meinem Versuchsgarten im Walde auf schwach humosem sandigen Boden erzogen hatte.

Die Wurzeln dieser Pflanzen waren reich besetzt mit den von MÜLLER näher beschriebenen Mykorhizen beiderlei Form, ganz besonders aber mit den dichotomen oder Gabelmykorhizen, auf die es in unserem Versuche ja besonders ankommen musste.

Die Wurzeln wurden unter der Wasserleitung von anhaftenden Bodenteilchen befreit, und die Pflanzen wurden dann durch entsprechendes Einstutzen der Wurzeln auf gleiches Frischgewicht gebracht. Eine grössere Anzahl so hergerichteter Pflanzen wurde getrocknet und zu späterer Untersuchung aufbewahrt.

Von den drei Versuchstöpfen wurden zwei während der Vegetationsperiode 1905 nach Bedarf täglich oder jeden zweiten Tag begossen mit einer Lösung von 1,25 *g* Chlorkalium und 2,5 *g* schwefelsaurer Magnesia in 100 *l* stickstofffreiem destillierten Wasser. Der dritte Topf wurde ebenso begossen, nur waren dem Wasser auf 100 *l* je 20 *g* salpetersauren Natrons zugesetzt.

Die Töpfe standen in meinem Garten, der Luft von allen Seiten frei zugänglich, aber durch ein Glasdach vor Regen sicher geschützt.

Eine Versuchspflanze in einem stickstofffreien Topfe wuchs nicht an und verwelkte schon im Juni; alle anderen Pflanzen wuchsen gut

1) Vergl. Zeitschrift für Jagd- und Forstwesen 1902, Heft 4: „Über die Wurzelbildung ein- und zweijähriger Kiefern im märkischen Sandboden," mit 2 Tafeln, und in derselben Zeitschrift 1903, Heft 5: „Untersuchungen über ein- und zweijährige Kiefern im märkischen Sandboden," mit 2 Tafeln.

an, doch zeigten sie bis Ende Juli keinerlei Unterschied. Von Anfang August an hoben sich die mit salpetersaurem Natron versehenen Pflanzen durch kräftigere, dunkler grüne Farbe erst wenig, dann immer stärker ab; am 25. Oktober konnte man auf den ersten Blick bei ihnen eine erheblich dunklere Nadelfarbe und eine kräftigere und längere Benadelung überhaupt feststellen, als an den stickstofffrei erzogenen Pflanzen. Am letztgenannten Tag wurden die Pflanzen genau gemessen. Siehe Tabelle I.

**Tabelle I.**

| Es war | die Länge der Pflanze bis zur Gipfelknospe | | die Nadellänge | | die Stammdicke unter den untersten Nadeln | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *cm* | im Durchschnitt *cm* | *cm* | im Durchschnitt *cm* | *mm* | im Durchschnitt *mm* |
| bei den N-frei erzogenen Pflanzen | 4-6 | 4,9 | 4—7 | 5,5 | 25—30 | 28 |
| bei den mit N versorgten Pflanzen | 5-8 | 6,1 | 5—10 | 7,7 | 27—40 | 32 |

Nun wurden zwei Töpfe, der eine stickstofffrei behandelte und der mit Stickstoff versorgte, entleert, die Pflanzen wurden sauber abgespült und getrocknet und dann nebst den vorerwähnten Vergleichspflanzen vom April des Jahres nach München gesendet, wo Professor RAMANN die Analyse ausführte.

Das Ergebnis zeigt die Tabelle II auf S. 233.

Aus diesen Zahlen ergibt sich, dass eine Bindung von Luftstickstoff durch die mit Gabelmykorhizen reichlich versehenen Bergkiefern nicht stattgefunden hat. Die Differenz von 1,1 *mg* zwischen dem Stickstoffgehalt einer Pflanze vor und nach dem Versuche kann dieses Ergebnis nicht erschüttern. Diese Differenz ist unzweifelhaft auf andere Umstände zurückzuführen. Erstens ist die Bestimmung von 0,0108 *g* um viermal genauer als diejenige von 0,0119, sodann sind die Analysenfehler zu berücksichtigen, endlich war es während der langen Dauer des Versuches unter dem Glasdach unvermeidlich, dass öfter Fliegen, Mücken und Spinnen auf den Versuchstopf fielen, die zwar stets entfernt wurden, wenn sie bemerkt waren, die aber dennoch eine minimale Stickstoffzufuhr erklären könnten.

Vor allem aber spricht die hohe Differenz des Stickstoffgehaltes zwischen den stickstofffrei erzogenen und den mit salpetersaurem Natron regelmässig versorgten Pflanzen, das sichtliche Zurückbleiben der ersteren in ihrer Wachstumsleistung und ihre deutlich blassere Farbe dafür, dass die Mykorhizen nicht imstande sind, die Stickstoffversorgung der Pflanze zu bewirken.

**Tabelle II.**

| Es war | die Anzahl der zur Untersuchung verwendeten Pflanzen | deren Gewicht g | die zur Trockenbestimmung verwendete Menge g | Verlust der zur Trockenbestimmung verwendeten Menge g | dieser Verlust in pCt. | die zur N-Bestimmung verwendete lufttrockene Menge g | die darin gefundene Stickstoffmenge g | die der zur Stickstoffbestimmung verwendeten Menge entspr. Pflanzenzahl | der Stickstoffgehalt einer Pflanze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| bei den einjährigen Pflanzen vor dem Versuche . . . . | 30 | 13,26 | 4,2119 | 0,3007 | 7,1 | 2,0528 | 0,0497 | 4.6 | 0,0108 |
| bei den zweijährigen, N-frei erzogenen Pflanzen . . . | 6 | 10,80 | 3,6592 | 0,2774 | 7,6 | 2,0469 | 0,0136 | 1,14 | 0,0119 |
| bei den zweijährigen, mit Stickstoff versorgten Pflanzen . . . . . | 7 | 13,99 | 4,1030 | 0,2920 | 7,1 | 2,6628 | 0,0392 | 1,33 | 0,0295 |

Diese Tatsache gewinnt an Bedeutung, wenn man sie in Verbindung betrachtet mit den durch ähnliche während des Jahres 1902 ausgeführte Untersuchungen für die gemeine Kiefer und die Eiche gewonnenen Ergebnissen. Ich habe diese im Juni 1903 a. a. O. in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen ausführlich beschrieben. Es wurde damals festgestellt, dass auch die mit Mykorhizen reichlich besetzte einjährige gemeine Kiefer und die mykorhizentragende einjährige Eiche nicht imstande sind, ihren Stickstoffbedarf aus der Luft zu decken, dass sie allmählich unter deutlichen Stickstoff-Karenzerscheinungen dahinsiechen, während sie unter denselben Vegetationsbedingungen normal gedeihen, wenn eine zweckmässige Zufuhr von salpetersaurem Natron gegeben wurde.

Herr Professor RAMANN in München hat diesen Versuchen, ebenso wie den auf die Feststellung der Karenzerscheinungen bei der Kiefer[1]) gerichteten, seine Teilnahme und Hilfe von Anfang angeliehen. Er hat die Vorschriften für die Art und Menge der zur Verwendung kommenden Nährstoffe auf Grund seiner reichen Erfahrungen gegeben und die Analysen ausgeführt. Ich danke ihm herzlichst auch an dieser Stelle.

Eberswalde, Mykologisches Laboratorium der Forstakademie.

1) Siehe Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1904, Heft 12, mit 1 Tafel.

## 39. M. Tswett: Zur Ultramikroskopie.

Eingegangen am 16. Mai 1906.

In Betracht des regen Interesses, welches die neuerdings ersonnenen Ultramikroskope erwecken, scheint es mir angemessen, daran zu erinnern, dass ich bereits im Jahre 1901 in der „Zeitschrift für physikalische Chemie“ einen Apparat beschrieben habe, welcher ein Vorläufer von SIEDENTOPF's und SZIGMONDY's Ultramikroskop genannt werden kann und welcher auch jetzt in manchem Falle dasselbe zu ersetzen vermag[1]).

In meiner Vorrichtung, welche ich als Luminoskop bezeichnen will, wird ein starker Lichtkegel durch das in einem Dunkelkasten disponierte, die zu untersuchende Flüssigkeit enthaltende Probierröhrchen in axialer Richtung geschickt, wobei die Lichttrajektorie durch einen seitlichen Okulartubus in senkrechter Richtung beobachtet wird. Ist die Flüssigkeit fluoreszenzfähig oder sensu strictiori nicht optisch leer, so sieht man in dem Sehfelde einen leuchtenden Fluoreszenz- bezw. Opaleszenzkegel[2]). Ein in der Okularöffnung angebrachtes Polarisationsprisma erlaubt zwischen Fluoreszenz- und Opaleszenzlicht zu unterscheiden, denn letzteres, welches polarisiert ist, lässt sich durch Drehung des Prismas auslöschen. Mein Luminoskop erlaubt zwar nicht, diskrete ultramikroskopische Teilchen anzublicken und zu zählen, es verrät aber deren Anwesenheit, und in allen Fällen, wo man nur eine qualitative Untersuchung anstrebt und über wenigstens ein paar Kubikzentimeter Flüssigkeit verfügt, kann somit mein Apparat als leicht zu handhabendes Ultramikroskop mit Vorteil fungieren. Bei physiologisch-chemischen Untersuchungen, z. B. der Chlorophyllpigmente, wo man sich beständig über Reinheit oder Echtheit der Lösungen oder über die etwaige spurweise Anwesenheit von fluoreszierenden Stoffen zu unterrichten hat, dürfte mein Apparat nicht zu entbehren sein. Näheres wolle man in der zitierten Mitteilung nachlesen.

1) M. TSWETT, Vorrichtung zur Beobachtung von Fluoreszenz- und Opaleszenzerscheinungen. L. c. **36**, S. 450. Auch in „Constitution physico-chimique du grain de chlorophylle“ (Trav. de la Soc. des Naturalistes de Kazan **35**), p. 58 et planche I.

2) Reinstes destilliertes Wasser oder reinste organische Lösungsmittel zeigen sich als nicht absolut optisch leer, wie dies schon von SPRING (Acad. Roy. Belg. [3], **37**, p. 174) hervorgehoben worden. Angeblich zuverlässige Methoden zur Erhaltung von absolut leeren Flüssigkeiten sind von BATTELLI und PANDOLFI ausgearbeitet worden (Nuovo Cimento **9** [1899], S. 321.

## 40. M. Tswett: Zur Kenntnis der Phaeophyceenfarbstoffe.

Eingegangen am 16. Mai 1906.

Gelegentlich der letzten von MOLISCH (I) stammenden Arbeit über die Farbstoffe der Braunalgen habe ich am Ende des verflossenen Jahres (TSWETT II) eine ganz kurze Übersicht meiner diesbezüglichen Kieler Untersuchungen gemacht. Jetzt will ich eine weitere Darstellung und Begründung meiner Resultate geben, wobei zugleich auf die Antikritik MOLISCH's (II) geantwortet werden soll. Zunächst werde ich die Frage über das sogenannte Phykophaeïn beleuchten und dann die echten Chromatophorenfarbstoffe der Braunalgen behandeln.

Das Phykophaeïn. Durch Abkochen oder durch langdauernde Mazeration in Wasser liefern bekanntlich Braunalgen gelbbraune Aufgüsse, welche man sich durch ein besonderes Pigment, Phykophaeïn genannt, gefärbt vorstellte. Es wurde zugleich hypothetisch angenommen, dies Phykophaeïn sei ein genuiner Chromatophorenfarbstoff und verursache die spezifische Färbung der betreffenden Algen. HANSEN erblickte eine Stütze dieser Annahme in der Tatsache, dass „Phykophaeïn" ein Absorptionsband zwischen *b* und *F* FRAUNHOFER's aufweist (negiert von SCHÜTT, photometrisch von GAIDUKOV [I und II] konstatiert, auch von mir gesehen), an welcher Stelle auch im Spektrum des lebenden *Fucus* ein Absorptionsband zu sehen ist. Es ist aber nichts weiter als ein zufälliges Zusammentreffen, und in dem betreffenden Spektralbezirke besitzen bekanntlich auch rote und grüne Algen und Phanerogamenblätter ein Absorptionsband. Durch REINKE's (II) Beobachtungen und Experimente wurde die von ihm vermutete postmortale Entstehung des „Phykophaeïns" sehr wahrscheinlich gemacht. Doch blieb die alte Lehre aufrecht.

Die neuen Befunde wurden, wie es leider so oft vorkommt, von der kontemporänen Wissenschaft nicht assimiliert. Ein neuer Angriff auf das Phykophaeïndogma wurde neuerdings von MOLISCH (I) vorgenommen. In meinen „Kritischen Bemerkungen" habe ich die Versuche des Prager Forschers gewürdigt, doch vermochte ich nicht dieselben als die Frage entgültig entscheidend anzuerkennen. In Betracht der Antikritik MOLISCH's (II) muss ich darauf von neuem zurückkommen. Mein Einwand, die Behandlung mit Säure könnte in MOLISCH's Versuchen das bereits vorhandene „Phykophaeïn" zerstören, ist nicht widerlegt durch die Tatsache, dass unter Umständen auch bei der Behandlung mit 2 pCt. KOH kein Phykophaeïn an-

scheinend zutage trat. Es sollte denn die sich dabei bildende grüne alkalische Lösung auf das Vorhandensein des „Phykophaeïns“ geprüft werden, was indessen nicht geschah. Ein kleiner Anteil von gelbbraunem Farbstoff konnte sehr wohl in dieser Lösung durch die grünblaue Farbe des alkalischen Chlorophyllinderivates maskiert werden. Weiter werden tiefgefärbte Phykophaeïnlösungen tatsächlich unter Säurezusatz nur teilweise entfärbt und ein Teil des Farbstoffes selbst niedergeschlagen, es fragt sich aber eben, ob nicht der zerstörte Farbstoffanteil in der Zelle präformiert lag. Es ist auch nach den Versuchen DECKENBACH's, welcher aus Braunalgen an der Luft braunwerdende Chromogene erhielt, daran nicht zu zweifeln, dass jedenfalls ein Teil des Farbstoffes einer Phykophaeïnlösung seine Entstehung einer postmortalen Oxydation verdankt. Ob nicht aber ein zweiter Teil, und wäre es nur ein geringerer, doch als genuin zu betrachten ist? Und nun zu meinen Versuchen.

Ich stellte mir zuerst die Aufgabe, näher die Umstände zu bestimmen, unter welchen Phaeophyceen braune Absude liefern. Leitungswasser oder destilliertes Wasser wurde in kleinen ERLENMEYER'schen Kolben zum Sieden gebracht und die zerschnittenen Algen (*Fucus vesiculosus*, *Laminaria saccharina*) in kleiner Menge hinein geworfen. Die Flaschen wurden sofort mit Pfropfen verschlossen, durch welche eine sich engverjüngende Glasröhre steckte, und das Aufsieden wurde fortgesetzt. Die kräftig ausweichenden Dämpfe sollten den Luftzutritt in den Kolben verhindern. Es zeigte sich nun, dass im Leitungswasser (welches bekanntlich etwas alkalisch ist) sofort eine schön gelbe Lösung entstand, welche mit ein paar Tropfen Salzsäure vollständig zu entfärben war, die aber, abgegossen und an der Luft kalt werdend, sich in eine typische braune „Phykophaeïnlösung“ verwandelte und nun durch Säure nur gebleicht, nicht aber vollständig farblos wurde. In der gelben Lösung war ein Absorptionsband zwischen 480 und 500 $\mu\mu$ sehr deutlich zu beobachten. Dagegen lieferte die Abkochung der Algen in destilliertem Wasser, selbst während 15 Minuten fortgesetzt, kaum gefärbte schmutzig-gelbliche Lösungen, welche, abgegossen, durch NaOH momentan gelb wurden und sich weiter an der Luft bräunten. Eine zwar langsame Bräunung stellte sich auch ohne Alkalizusatz ein. Aus diesen Versuchen sehen wir, dass das „Phykophaeïn“ vollständig auf eine durch alkalische Reaktion des Extraktionswassers sehr geförderte Oxydation von farblosen Chromogenen zurückzuführen ist. Diese Chromogene nehmen übrigens bereits in alkalischer Lösung und auch ohne Oxydation eine gelbe Farbe an, welche durch Säure zerstört wird.

Folgende Versuche bestätigen unsere Schlussfolgerungen. Es wurden Thallusstücke von *Fucus vesiculosus* in verschlossenen Kolben

aufgehängt, in welche einige Kubikzentimeter Äthyläther eingegossen waren. Da 1 Teil Wasser 0,8 Teile Äther aufzulösen vermag, so tritt infolge der Auflösung der Ätherdämpfe im Gewebewasser, wie auch teilweise durch Turgoraufhebung und durch Aufquellung der Zellenlipoïde, eine reichliche Wasserabgabe seitens der Pflanze auf. Es bilden sich grosse Tropfen, welche zuerst farblos oder kaum gelblich erscheinen, später aber, auf dem Grunde der Flasche sich ansammelnd, braun werden. Die postmortale Herkunft des „Phykophaeïns" wird auch durch folgende Experimente dokumentiert. Phykophaeïn ist bekanntlich in wässerigem Alkohol löslich. Nun habe ich zerkleinerte *Fucus* sogar mit nur 50 pCt. Alkohol extrahiert und dabei gefunden, dass keine Spur eines wasserlöslichen Farbstoffes in die Lösung übergeht. Werden die Extrakte, dem Vorgange MOLISCH's nach, unter eventuellem Wasserzusatz mit Chloroform ausgeschüttelt (um die Ausscheidung der Phasen zu erleichtern, setze ich einige Tropfen NaCl-Lösung zu), so bleibt die alkoholwässerige Phase vollständig farblos, bräunt sich aber allmählich an der Luft. Wenn GAIDUKOV (I 537) berichtet, dass selbst starker Alkohol, auf frischen *Fucus serratus* einwirkend, Phykophaeïn aufnimmt, so sind wohl seine wirklichen Beobachtungen anders zu deuten, denn der wasserlösliche braune Farbstoff trat nur nach der Abdampfung des Menstruums vor, das heisst unter Umständen, welche die Oxydation der tatsächlich aufgenommenen Chromogene ermöglichten.

Es bleibt nur noch zu erwähnen, dass ich durch andauernde Abkochung der zerkleinerten *Fucus*-Thallome zuerst in 50 pCt. und nachträglich in 80 pCt. Alkohol, dieselbe vollständig farblos erhielt, während die Auszüge, mit $CHCl_3$ ausgeschüttelt, keine Spur Phykophaeïn aufwiesen. Die gebleichten Thallomstücke, der Mazeration im Leitungswasser an der Luft ausgesetzt, bräunten sich sehr stark. Somit halte ich die Frage nach dem Phykophaeïn für erledigt.

Die Chromatophorenpigmente. Zur Erforschung der genuinen, alkohollöslichen Farbstoffe der Algen verwendete ich sowohl die von KRAUS und SORBY eingeführte Entmischungsmethode (differentiale Verteilung in zweiphasigen Systemen), wie die von mir ausgearbeitete Adsorptionsmethode (TSWETT II)[1]). Chemische Einwirkungen wurden prinzipiell ausgeschlossen und durch Schnelligkeit der Operationen, durch möglichst rasche Überführnng der Farbstoffe in passend gewählte Menstrua wurde der Einwirkung der bereits in der Pflanze vorhandenen chemischen Agentien vorzubeugen angestrebt.

1) Über diese Methode (welche mit GOPPELSROEDER's Kapillaranalyse nichts zu schaffen hat) habe ich bisher nur in russischer Sprache publiziert. Eine deutsche Veröffentlichung folgt in nächster Zeit.

Zuerst prüfte ich *Fucus* und *Laminaria* auf das Vorhandensein des Karotins. Dasselbe wurde bei diesen Algen von TAMMES mikrochemisch nachgewiesen. Nach den Angaben GAIDUKOV's (I 538) soll aber *Fucus serratus* kein eigentliches Karotin enthalten, wodurch er die Befunde DECKENBACH's zu bestätigen glaubt. Das Zitat ist jedoch irrtümlich; DECKENBACH sagt, er habe das Karotin bei Rhodophyceen, nicht aber bei Phaeophyceen vermisst.

Es sei schon hier hervorgehoben, dass man als Karotin nur das bezeichnen darf, was mit dem von ARNAUD studierten Kohlenwasserstoff aus der Möhre vollständig in seinen Haupteigenschaften zusammenstimmt. Als leicht zu prüfende charakteristische Eigenschaften führe ich folgende an: 1. Karotin ist viel leichter löslich in Petroläther (auch in Benzin und in $CS_2$) als in selbst starkem Alkohol. Deswegen bleibt bei dem Ausschütteln einer Petrolätherlösung des Karotins mit 80 pCt. Alkohol die untere alkoholische Phase völlig farblos. Die Xanthophylle aber und das weiter unten zu besprechende Fucoxanthin zeigen, ihrer Löslichkeit nach, ein entgegengesetztes Verhalten.[1]) — 2. Karotin wird aus seiner Petrolätherlösung von pulverförmigem $CaCO_3$ nicht adsorbiert, während alle anderen mir bekannte Chromatophorenpigmente dadurch niedergeschlagen werden. — 3. Karotin wird weder in Kristallform, noch in seiner alkoholischen Lösung durch HCl gebläut, während einige Xanthophylle, zum Beispiel mein Xanthophyll $\beta$ (SORBY's „gelbes Xanthophyll") wie auch das Fucoxanthin, es tun. — 4. Karotin weist in alkoholischer oder in Petrolätherlösung drei Absorptionsbänder auf, deren zwei erste sehr leicht zu bestimmen sind: 492—475 und 460—445 $\mu\mu$; Xanthophylle haben abweichende Absorptionsbänder.

Um nun das Karotin bei *Fucus* und *Laminaria* darzustellen, verfahre ich in folgender Weise: Die Algen werden mit Schmergel und etwas $CaCO_3$ (behufs Abstumpfung der Säuren) zerrieben und der Brei weiter unter alkoholhaltigem (10 pCt.) Petroläther verrieben. Hat man eine tief gefärbte Lösung erhalten, so wird sie abgegossen und die Extraktion mit weiteren Mengen Lösungsmittel fortgesetzt. Die erhaltenen Petrolätherlösungen werden nun im Scheidetrichter mit dreimal erneuertem doppeltem Volumen Wasser sorgfältig umgeschüttelt, um die letzten Spuren Alkohol zu entfernen, was für die

1) Diese wichtige Tatsache, welche wohl auf eine fundamentale chemische Differenz zwischen Karotin und einige andere, spektralanalytisch ähnliche Pigmente hindeutet, wird von KOHL (I, II) vollständig ignoriert. Leider vermisst man in KOHL's Karotinbuche eine genügende Berücksichtigung der zusammengestellten Literatur, und so geschah es, dass die schon von verschiedenen Forschern scharf unterschiedenen Farbstoffe unter der Bezeichnung Karotin kritiklos zu einem unentwirrbaren Haufen zusammengeworfen werden (cf. z. B. S. 157 des angeführten Werkes).

folgende Operation sehr wichtig ist. Nun wird die Farbstofflösung filtriert und mit pulverförmigem $CaCO_3$ (im Überschuss) geschüttelt, welcher alle Farbstoffe, ausgenommen Karotin, adsorbiert, und man erhält eine optisch reine Lösung des Farbstoffes, welcher die typischen Eigenschaften des Möhrenkarotins aufweist.

Das ist der Kern meiner adsorptionsanalytischen Methode, welche ich auch zum Studium des Chlorophylls der höheren Pflanzen verwende. Man kann sich übrigens *Fucus*-Karotin auch in der Weise bereiten, dass man die zerriebene Alge mit heissem starken Alkohol auszieht, die Lösung mit NaOH versetzt und nach einiger Zeit mit Petroläther ausschüttelt. Die erhaltene Petrolätherlösung wird endlich behufs Reinigung mit 80 pCt. Alkohol ausgeschüttelt.

Wie gesagt, werden aus der Petrolätherlösung alle Pigmente, ausgenommen Karotin, durch $CaCO_3$ (und auch durch andere feinpulverige Körper) niedergerissen. Aus dieser Adsorptionsverbindung, welche mit reinem Petroläther gut ausgewaschen ist, werden nun die festgehaltenen Farbstoffe durch alkoholhaltigen Petroläther befreit und die Lösung nach KRAUS mit 80 pCt. Alkohol entmischt. In die obere, sich grünlichblau färbende Phase geht das Chlorophyllin $\alpha$[1]) über, welches mit dem Hauptpigmente der höheren Pflanzen vollständig übereinstimmt. Sein der direkten Beobachtung zugängliches Spektrum zeigt die vier bekannten Absorptionsbänder der linken Hälfte und zwei Bänder an dem blauvioletten Ende (hinter 450 $\mu\mu$). Das erste Absorptionsband ist aber vollständig einheitlich und besitzt nicht den in den Chlorophylllösungen der höheren Pflanzen bei gewisser Dilution auftretenden schattigen Anhang, welcher durch Chlorophyllin $\beta$ (SORBY's „gelbes Chlorophyll", MARCHLEWSKI's Allochlorophyll) bedingt ist. Es fehlt auch das Band hinter F, welches ebenfalls dem Chlorophyllin $\beta$ eigentümlich ist. In der unteren alkoholischen Phase der höher erwähnten Entmischung bleibt hauptsächlich ein gelbes Pigment, welches schon vor SORBY entdeckt und von ihm Fucoxanthin genannt wurde. Der Farbstoff ist löslicher in Alkohol (selbst unter 80 pCt.) als in Petroläther. Natürlich wird er bei weitgehender Verdünnung des Alkohols in die Petrolätherphasen verjagt, es liegt aber darin kein Grund dasselbe für „letzte Mengen Karotin", wie KOHL (II, 134) es thut, zu halten. Die alkoholische oder Petroläther-Lösung des Fucoxanthins zeigt drei Absorptionsbänder, deren zwei erste bei 485—470 und 455—440 $\mu\mu$ liegen. Die alkoholische Lösung, mit HCl versetzt, nimmt, wie dies schon SORBY erkannte,

---

1) Als Chlorophyll bezeichne ich nur das Gesamtpigment der Chloroplasten; diese Definition ist rationell und übrigens kaum auszurotten. Natürlich darf ein Teilpigment des Chlorophylls nicht mit demselben Namen belegt werden wie das Ganze; darum bezeichne ich die fluoreszierenden Komponenten des Chlorophylls als Chlorophylline.

eine prächtige blaue Farbe an, und Alkalien rufen dann wieder eine gelbe, der ursprünglichen (mehr bernsteingelben) nicht gleiche Färbung hervor. Anstatt der zwei angeführten Bänder sieht man jetzt nur ein einziges dunkleres, zwischen 445 und 460 $\mu\mu$ auftreten. Ich habe ausserdem gefunden, dass Fucoxanthin direkt von Alkalien angegriffen wird (von $NH_4OH$ nur langsam), wobei das erwähnte Band sofort erscheint. Fucoxanthin zeigt sich somit als von den anderen gelben Chromatophorenpigmenten stark abweichend. Vielleicht ist es mit dem von ZOPF bei *Haematococcus pluvialis* beschriebenen „roten Karotinin“ verwandt. Letzteres vermag mit Alkalien Verbindungen einzugehen, und dasselbe gilt wohl vom Fucoxanthin, welches aus seiner alkalischen Alkohollösung mittels Petroläthers nicht ausgeschüttelt werden kann.

Das feste, auf Filtrierpapier oder auf $CaCO_3$ niedergeschlagene Fucoxanthin besitzt keine gelbe, sondern eine rotbraune Farbe, und wir werden sehen, dass eben diesem Pigmente die natürliche braune Färbung der Phaeophyceen zu verdanken ist, wie dies schon SORBY (462) vermutete.

Ich muss hier gleich erwähnen, dass ich ausser Karotin und Fucoxanthin in den *Fucus*-Extrakten noch einen anderen gelben Farbstoff in kleiner Menge gefunden habe, welcher mit Fucoxanthin in seinen Löslichkeits- und Spektralverhältnissen ziemlich nahe zusammenfällt, auch durch HCl angegriffen wird, jedoch durch NaOH optisch unverändert bleibt und aus seiner alkalischen wässerig-alkoholischen Lösung mit Petroläther ausgeschüttelt wird. Im festen Zustande ist der Farbstoff nicht braun, sondern gelb.

Näheres über dieses Pigment, welches ich vorläufig als Fucoxanthophyll bezeichnen will, soll einer späteren Publikation reserviert werden, da eine ausführliche Bekanntmachung meiner adsorptionsanalytischen Methode vorausgesetzt wird.

Mittels alkoholhaltigen Petroläthers werden, wie oben erörtert, Karotin, Chlorophyllin, Fucoxanthin und Fucoxanthophyll der Alge entzogen. Es bleibt jedoch ein Farbstoff zurück, der in Petroläther vollständig unlöslich ist, mittels Alkohols oder Äthers aber aufgenommen werden kann. Um denselben darzustellen, extrahiere ich mittels Alkohols den zuvor reichlich mit alkoholhaltigem Petroläther ausgelaugten Algenbrei, und das Alkoholat, mit Wasser stark verdünnt, wird mit Petroläther ausgeschüttelt, welcher die letzten Spuren der anderen Pigmente aufnimmt. Es folgt eine Ausschüttelung mit Äthyläther, welcher sich nun gelbgrün färbt und einen neuen Farbstoff, den ich als Chlorophyllin $\gamma$ bezeichne, enthält. Derselbe zeigt in ätherischer Lösung, bei passender Konzentration, folgende Absorptionsbänder (III > I > II).

| I | II | III | |
|---|---|---|---|
| 638—622 $\mu\mu$ | 588—575 | 465—440 | (und Endabsorption). |

In alkoholischer Lösung werden die Bänder, besonders das dritte gegen das linke, ultrarote Ende des Spektrums verschoben. Säure und Alkalien modifizieren den Farbstoff.

Das Chlorophyllin $\gamma$, zuerst von HÖRNER in einer Aktinie gefunden, wurde später bei den Braunalgen von SORBY (454) entdeckt, welcher dasselbe Chlorofucin benannte. Über die von SORBY benutzten Methoden wolle man die zitierte Arbeit konsultieren. Chlorophyllin $\gamma$ wurde auch von REINKE (I) und DRUDE in Alkoholextrakten verschiedener Phaeophyceen beobachtet, und zwar in seiner Mischung mit Fucoxanthin, welche als Phykoxanthin bezeichnet wurde. Ein solches Gemisch hatte offenbar auch ASKENASY unter den Händen. Die von den drei letztgenannten Autoren verwendeten Prozeduren können auch sehr gut zur Darstellung von Chlorophyllin $\gamma$ und Fucoxanthin führen. Erwärmt man *Fucus* oder *Laminaria* in starkem oder besser in 65 proz. Alkohol, so erhält man zuerst braungelbe Lösungen, welche wenig Karotin und Chlorophyllin $\alpha$, aber viel Fucoxanthin und Chlorophyllin $\gamma$ enthalten und von den zwei erstgenannten Farbstoffen mittels Petroläthers gereinigt werden können. Weitere Ausschüttelung mit Petroläther unter reichem Wasserzusatz erlaubt die beiden Farbstoffe getrennt zu erhalten. Fucoxanthin geht in den Petroläther über, und Chlorophyllin $\gamma$ bleibt in dem wässerigen Alkohol suspendiert, woraus es mit Äthyläther aufgenommen werden kann. Meine spektroskopischen Beobachtungen über das Chlorophyllin $\gamma$ stimmen mit denen SORBY's (cf. das von ihm gegebene Spektrogramm in Benzol) und auch mit denen REINKE's und DRUDE's, betreffs der zwei ersten Bänder ihres Phykoxanthins überein. In der mehr brechbaren Hälfte des Spektrums sahen die genannten Forscher vier Bänder auftreten, deren drei letztere offenbar durch Superposition der Fucoxanthin- und Chlorophyllinbänder entstanden. Das erste der vier erwähnten (540—510 $\mu\mu$ bei *Halidrys*) konnte ich aber in meinen Lösungen nicht auffinden. Ebensowenig gelang es mir im Spektrum der lebenden *Laminaria* das von REINKE angegebene Band 535—515 $\mu\mu$ zu konstatieren. Dagegen konnte ich daselbst die von REINKE gesehenen, von dem Chlorophyllin $\gamma$ (REINKE's Phykoxanthin) herrührenden zwei ersten Bänder sehr schön unterscheiden Auch bei dem lebenden *Fucus* fand ich das erste dieser Bänder schön ausgeprägt.

Es fragt sich jetzt, ob die von mir unterschiedenen Phaeophyceenfarbstoffe, in der Annahme ihrer einfachen physikalischen Mischung im Chromatophorenstroma, genügend die natürlichen Färbungen der Algen zu erklären vermögen, oder ob es nötig ist, etwa im Sinne MOLISCH's (I) anzunehmen, dass einer oder einige derselben im natür-

lichen, genuinen Zustande chemisch und optisch anders gestaltet sind und bei Abtötung der Pflanze modifiziert werden? Behufs Prüfung dieser Angelegenheit extrahierte ich fein zerriebenen *Fucus* mit absolutem Alkohol; die erhaltene grüne Lösung wurde abgedampft, der braungrüne Rückstand mit Äther aufgenommen und damit Filtrierpapier durchgetränkt. Nach Abdampfung des Äthers hatte das Papier etwa die braungrüne Farbe der lebenden Algen angenommen, wurde aber momentan lebhaft grün, bei Abtupfung mit Äther und auch mit Olivenöl getränkt. Der Farbenumschlag ist offenbar durch Auflösung des im festen Zustande rotbraunen, in Lösung aber gelben Fucoxanthins bedingt. Wie ist nun das Grünwerden der Braunalgen unter Einfluss der Hitze oder anderer Faktoren zu erklären? Diese Frage unterwarf ich ebenfalls einer experimentellen Prüfung.

Die in Stücke zerschnittenen *Fucus*-Thallome wurden in verschiedene giftig wirkende Flüssigkeiten untergetaucht, und ihre Fähigkeit darin zu ergrünen oder nach längerem Verweilen in denselben im kochenden Wasser den genannten Farbenumschlag zu zeigen, festgestellt.

Ein rasches Grünwerden geschah in Äther, Chloroform, Alkohol, Essigäther, konz. Formaldehyd, Acetylaldehyd, alkoholhaltigem Petroläther, wässerigen (10—100 pCt.) Resorcinlösungen, Natronlauge und Essigsäure. Unter Wirkung der letzteren wurden die Objekte zuerst lebhaft grün, dann gelb und später blaugrün. In den folgenden Flüssigkeiten behielten die Objekte ihre natürliche braungrüne Farbe, wurden dann aber grün unter Einfluss des kochenden Wassers oder des Äthers. 1. Destilliertes Wasser im Vakuum (3 Tage), — 2. Dest. W. mit etwas Jodwasser versetzt (4 Stunden), — 3. Thymolwasser (1 T.), — 4. Dest. W. mit Amylalkohol gesättigt (3 T.), — 5. Verdünnte Formalinlösung (15 Min.), — 6. Spiritus 10 pCt. (2 T.), — 7. Ammoniakalisches Wasser (1 T.), — 8. Petroläther (3 T.), — 9. Benzol (2 St. — es trat ein schwaches Grünwerden ein), — 10. Schwefelkohlenstoff (1 T.), — 11. Glyzerin (2 T.). Es ist zu erwähnen, dass die Flüssigkeiten 4. und 7. am Ende des Versuches gebräunt erschienen; die Flüssigkeit 1. war farblos, als sie aber abgegossen wurde und an der Luft stehen gelassen wurde, färbte sie sich langsam braun. In diesen Versuchen ist jedenfalls die wirkliche Abtötung des Materiales keinem Zweifel zugänglich. Wir sehen somit, dass nur in solchen Medien Grünwerden eintritt, welche auf das Fucoxanthin auflösend oder modifizierend (NaOH, Essigsäure) wirken können.[1])

---

1) Dass Resorcin Fucoxanthin auflöst, habe ich durch spezielle Versuche festgestellt. Benzol und Schwefelkohlenstoff sind in Wasser sehr wenig löslich. Petroläther (ohne Alkoholzusatz) vermag den Chromatophoren keine nennenswerten Mengen

Das Grünwerden der Braunalgen unter dem Einfluss der Hitze ist aber als eine Folge der Auflösung der Pigmente in den anwesenden Fettölen zu betrachten. Tatsächlich habe ich in den Petrolätherextrakten aus *Fucus* und *Laminaria* reichliche Mengen fetter Öle gefunden. Mit dem Vorhergesagten übereinstimmend zeigt die spektroskopische Beobachtung der unter dem Einfluss der Hitze grün gewordenen Algen, dass die Absorptionsbänder nach rechts verschoben werden und zugleich der grüne, augenscheinlich durch Fucoxanthin beschattete Spektralbezirk stark aufgehellt wird.

Es ist nun Zeit, die Ergebnisse meiner Untersuchung in einigen Thesen zusammenzufassen. Lebende Phaeophyceen enthalten kein wasserlösliches Pigment („Phykophaeïn"). Ihre Chromatophoren sind durch Chlorophyllin $\alpha$ und $\gamma$, Fucoxanthin, Karotin und Fucoxanthophyll tingiert, deren Mischung die natürliche braungrüne Färbung der Algen bedingt. Das Grünwerden der Algen unter verschiedenen Einflüssen beruht auf der Auflösung oder Zerstörung des in festem Zustande rotbraunen, in Lösung aber gelben Fucoxanthins.

Es wurde wohl bisher allgemein angenommen, dass das „Phykophaeïn" in den Braunalgen als ein Analogon des Phykoërythrins und des Phykocyans physiologisch fungiert. Nachdem aber dies Phykophaeïn sich als ein wenig interessantes postmortales Artefakt entpuppt hat, muss die Frage aufgeworfen werden, wie es mit der augenscheinlichen Adaptation der Braunalgen an das Leben in der Tiefe, im Sinne ENGELMANN's, steht. Wir haben zuerst an das Chlorophyllin $\gamma$ mit seinen Absorptionen in den mittleren Spektralbezirken zu denken. Sollte auch nicht das merkwürdige Fucoxanthin ein direkt durch seine Lichtabsorption an der Photosynthese beteiligter Farbstoff sein? Vergleichende quantitative pigmentanalytische Untersuchungen von Braunalgen verschiedener Provenienz werden gewiss diese interessante Frage beleuchten, und wahrscheinlich wird sich das von ENGELMANN und GAIDUKOV bei den Oscillarien entdeckte chromatische Adaptationsvermögen auch hier wiederfinden. Eine spektralanalytische, von mir versäumte Untersuchung des Chlorophyllins $\gamma$ und des Fucoxanthins im festen, dem physiologischen entsprechenden Zustande wäre sehr wünschenswert.

Ich habe mich bisher mit den Diatomeenfarbstoffen nicht experimentell beschäftigt. Auf Grund der in der Literatur zerstreuten Angaben ist zu schliessen, dass hier wahrscheinlich ähnliche Verhältnisse wie bei den Phaeophyceen obwalten. Die Lektüre der

---

Farbstoffe (Karotin ausgenommen) zu entreissen. Obgleich Äther- und Chloroform in den Versuchen keinen direkten Zutritt zu den Chromatophoren haben, so lösen sie sich doch im Gewebewasser, und diese „Dämpfe" können durch die Pigmente und Lipoide absorbiert werden und dieselben zur Auflösung bringen.

letzten Publikation KOHL's (II) scheint mir diese meine Vermutung nicht zu entkräften, sondern zu bestärken (cf. das oben, gelegentlich des Karotins Gesagte). Ich erlaube mir vorauszusagen, dass eine erneute, an der Hand der von mir angegebenen Methoden ausgeführte Prüfung der Frage ähnliche Verhältnisse wie bei den Phaeophyceen zutage fördern wird.

Am Ende dieser Mitteilung ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. REINKE für die liebenswürdige und liberale Weise, in welcher er mir die Mittel seines Institutes zu Gebote stellte, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

---

## Literaturverzeichnis.

ASKENASY, E. (1869), Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Ectocarpus*. (Bot. Zeit. **27** S. 785.)

DECKENBACH, C., (1893), Über das Chlorophyll der braunen und roten Algen. (Arb. der Naturf.-Ges. in Petersburg. Botanik **23**, S. 7.)

GAIDUKOV, N., I. (1903). Über den braunen Algenfarbstoff. (Diese Berichte **21**, 72.) — II. (1903. Über den Einfluss farbigen Lichtes auf die Färbung lebender Oscillarien. (russisch.) (Scripta Botanica Petrop. Fasc. **22**.)

HANSEN, A. (1888), Das Chlorophyllgrün der Fucaceen. (Arb. des Bot. Inst. Würzburg III. 289).

KOHL, F., I. (1902), Untersuchungen über das Karotin. (Leipzig, Borntraeger). — II. (1906). Die Farbstoffe der Diatomeen-Chromatophoren. (Diese Berichte **24**, S. 124.)

MOLISCH, H., I. (1905), Über den braunen Farbstoff der Phaeophyceen und Diatomeen. (Bot. Zeit. **63** (I). S. 131). — II. (1905). Erwiderung auf die Kritik M. TSWETT's. (Bot. Zeit. **63** [II] S. 369).

REINKE, J., I. (1876). Beitrag zur Kenntnis des Phycoxanthins (PRINGSH. Jahrb. **10**, S. 399.) — II. (1886). Photometrische Untersuchungen über die Absorption des Lichtes in den Assimilationsorganen (Bot. Zeit. **44**, S. 178).

SCHÜTT, F., (1887), Über das Phykophaeïn (diese Berichte **5**, S. 259).

SORBY, H., (1773), On Comparative Vegetable Chromotalogy. (Proceed. Roy. Soc. London **21**, S. 442).

TAMMES, T., (1900), Über die Verbreitung des Karotins im Pflanzenreiche (Flora **87**, S. 204).

TSWETT, M., I. (1903), Über eine neue Kategorie von Adsorptionserscheinungen und ihre Anwendung in der biochemischen Analyse (Arb. der Naturf. Gesellschaft Warschau, XIV. Jahrg.) — II. (1905). Kritische Bemerkungen zu MOLISCH's Arbeit über die Phaeophyceen-Farbstoffe (Bot. Zeit. **63** [II] S. 273).

ZOPF, W., (1895), COHN's Haematochrom, ein Sammelbegriff. (Biol. Centralbl. **15**, S. 417).

## 41. A. Schulz: Das Blühen von Stellaria pallida (Dum.).

Eingegangen am 16. Mai 1906.

In einer im 26. Bande[1]) des Biologischen Centralblattes erschienenen Abhandlung: „Bemerkungen zu W. BURCK's Abhandlung über die Mutation als Ursache der Kleistogamie", hat E. LOEW die im vorigen Jahre unter diesem Titel veröffentlichte[2]) Abhandlung BURCK's einer Kritik unterzogen. In seiner Abhandlung behandelt LOEW auch das Blühen von *Stellaria pallida* (Dum.), welches er schon in einer früheren Abhandlung: „Die Kleistogamie und das blütenbiologische Verhalten von *Stellaria pallida* Piré,[3]) ausführlich beschrieben hat. Ich habe das Blühen dieser Art sowohl vor als auch nach dem Erscheinen der zuletzt genannten Abhandlung in der Umgebung von Halle a. S. untersucht und nicht unwesentlich anders gefunden als LOEW, der diese Art — im April — an den Havelufern bei Potsdam und Spandau beobachtet hat, es beschreibt. In der zuletzt genannten Abhandlung sagt LOEW über das Blühen von *Stellaria pallida* folgendes: Die Blüten dieser Art enthalten m e i s t nur je ein Staubgefäss. Dieses ist zu der Zeit, wenn sich der Kelch der betreffenden Blüte öffnet, mit seiner — geöffneten, mehr oder weniger verschrumpften — Anthere durch die Schläuche ihrer Pollenkörner — die allem Anschein nach bereits in dem vorausgehenden Knospenzustande der Blüte die Befruchtung bewirkt haben — fest an die Narbenpapillen des zunächst benachbarten — von seiner Basis aus zurückgekrümmten — Griffels angeheftet; sein Filament steht zu dieser Zeit nicht wie bei geöffneten Blüten von *Stellaria media* frei vom Ovar ab, sondern liegt diesem in seiner ganzen Länge an. In dieser Stellung verharrt das Staubgefäss während der nur wenige Stunden langen Dauer des Geöffnetseins des Perianthes, welch letzteres sich auch bei Sonnenschein nicht wie das von *Stellaria media* sternförmig, sondern nur halb[4]) öffnet, so dass die — ganz unbedeutende Anschwellungen am Grunde der Filamente bildenden — Nektarien, die abweichend von denen von *Stellaria media* keinen

1) Nr. 5—7, 1906.

2) In: Recueil des Travaux Botan. Néerlandais. Vol. 1, 2 (1905), S. 1—128, zitiert nach LOEW, a. a. O.

3) Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg, 41. Jahrg. (1900), S. 169—183.

4) Nach LOEW: „Die Kleistogamie usw.", a. a. O., S. 171, ist bei Sonnenschein der Blütendurchmesser von *Stellaria pallida* fast um die Hälfte kleiner als der von *Stellaria media*, dessen Länge etwa 4 *mm* beträgt, also etwas über 2 *mm* lang.

Honig absondern, nicht wie bei dieser Art sichtbar sind[1]). Viel seltener enthält die Blüte zwei oder drei Staubgefässe. Die — reife — Anthere mindestens eines dieser Staubgefässe ist bei Beginn der Öffnung des Perianthes dieser Blüte nicht an eine von deren Narben angeheftet, sondern noch geschlossen; sie springt erst auf während sich das Perianth öffnet.[2]) Die Blüte von *Stellaria media* enthält meist drei, selten vier oder fünf Staubgefässe, deren Antheren zu der Zeit, wenn das Perianth am weitesten geöffnet ist, entweder sämtlich oder — bisweilen — mit Ausnahme von einer geöffnet und niemals durch Pollenschläuche an die Narben angeheftet sind.[3]) LOEW „scheint[4]) *Stellaria pallida* ein teilweise oder völlig kleistogam gewordener Abkömmling einer Stammform zu sein,[5]) die ähnlich wie die nahverwandte *Stellaria media* unter bestimmten äusseren Bedingungen wie Lichtmangel, pseudokleistogame Blüten zu produzieren vermochte. Durch fortgesetzte Autogamie wurde dann die Bestäubung in geschlossener Knospe allmählich zu einem erblich übertragbaren Charakter, der jedoch auch bei den jetzt lebenden Descendenten noch nicht völlig fixiert ist, so dass Übergangsbildungen zu der ursprünglich chasmogamen Stammform hin noch vorhanden sind. Die

1) Die Kronblätter von *Stellaria pallida* sind gelblich oder grünlich weiss, höchstens 1 *mm* lang, kürzer als das Ovar und besitzen schmale Zipfel: die Kronblätter von *Stellaria media* sind schneeweiss, etwa 2,8 - 3 *mm* lang, länger als das Ovar und besitzen breite Zipfel.

2) In seiner Abhandlung: „Bemerkungen usw.“, a. a. O., S. 172, sagt LOEW aber: „. . . da in manchen Blüten nicht nur ein einziges, sondern noch 1—2 weitere Staubblätter zur Ausbildung kommen können, die erst später — kurz vor oder während der Blütenöffnung — ausstäuben und in der Regel auch nicht durch auskeimende Pollenschläuche ihre Antheren an den Narbenpapillen fixieren.“

3) Bei *Stellaria media* „tritt die Bestäubung in geschlossener Blüte nur unter dem Zwange äusserer Umstände, wie vor allem Lichtmangel ein, die Kronblätter erfahren dabei keine Verkümmerung, und die Bestäubung erfolgt auf normalem Wege nach Ausfall der Pollenkörner, die auf der Narbe ihre Schläuche treiben, ohne die Anthere dauernd an dieselbe zu befestigen. Die notwendige Berührung der Antheren und Narbenpapillen wird in diesem Fall, wie auch sonst, offenbar durch den Blütenschluss bewirkt, der die gleich hochstehenden Bestäubungsorgane dicht aneinanderdrückt. . . . . . . Es ist ja denkbar, dass auch in den pseudokleistogamen Blüten von *Stellaria media* unter Umständen der Pollen direkt von der Anthere aus seine Schläuche zu den dicht benachbarten Narbenpapillen zu treiben und die Antheren in ähnlicher Weise an der Narbe zu befestigen vermöchte, wie dies bei *Stellaria pallida* in der Mehrzahl der Fälle geschieht“; LOEW: „Die Kleistogamie usw.“, a. a. O., S. 173—174.

4) LOEW: „Die Kleistogamie usw.“, a. a. O., S. 181.

5) Nach seiner Meinung — „Bemerkungen usw.“, a. a. O. S. 173 — liefert *Stellaria pallida* „auch einen neuen Beweis für die Richtigkeit des von K. GOEBEL zuerst mit Schärfe betonten Satzes, dass die kleistogamen Blüten Hemmungsbildungen mit frühzeitig — hier schon in der jugendlichen Knospe — eintretender Selbstbestäubung sind“.

unvollkommene und nachträglich eintretende Öffnung bereits bestäubter Blüten, sowie das wechselnde Verhalten der Antheren und des Pollens beim Ausstäuben geben hierfür einen deutlichen Fingerzeig.“

Nach meinen Beobachtungen verhält sich *Stellaria pallida* in der Umgebung von Halle a. S.[1]) folgendermassen: Sie wächst hier in dichten, sehr schattigen Gebüschen und — häufiger — an vollkommen schattenlosen Stellen, sowie — vorzüglich — an Örtlichkeiten, welche hinsichtlich des Grades ihrer Beleuchtung zwischen diesen Örtlichkeiten stehen. An völlig unbeschatteten, stark besonnten Stellen verläuft das Blühen der Mehrzahl der Blüten der hier wachsenden Individuen in den Monaten Mai und Juni[2]) in folgender Weise: Bei heiterem, warmem Wetter öffnet sich der Kelch der meisten derjenigen Blüten, welche an dem betreffenden Tage mit dem Blühen beginnen, zwischen 7—7$^1/_2$ und 9—9$^1/_2$ Uhr vormittags; nach 10 Uhr blühen nur noch einzelne Blüten auf. Die Kelchblätter bewegen sich — und zwar die sämtlichen der Blüte gleichzeitig und gleichstark — meist recht schnell soweit nach aussen, dass sie einen Stern mit einem Durchmesser von — je nach ihrer Länge[3]) — 3 bis 6 *mm* bilden.[4]) Wenn das Wetter heiter und warm bleibt, so verharrt der Kelch derjenigen Blüten, welche sich bis gegen 9$^1/_2$ Uhr vormittags geöffnet haben, meist mindestens bis gegen 1 Uhr nachmittags in dieser Stellung. Dann bewegen sich die Kelchblätter dieser Blüten — und zwar die sämtlichen der Blüte gleichzeitig und gleichmässig — einwärts, bis sie, die sich während ihrer Auswärts- und Einwärtsbewegung etwas vergrössert haben, die gleiche Stellung besitzen wie am Abend des vorigen Tages. Diejenigen Kelche, welche ihre Schliessbewegung bald nach 1 Uhr begonnen haben, sind meist schon um 2 Uhr vollkommen geschlossen; die Kelche der übrigen Blüten folgen in kürzeren oder längeren Abständen, um 4—4$^1/_2$ Uhr pflegen die Kelche aller dieser Blüten geschlossen zu sein.[5]) Die

1) Sie ist in dieser weit verbreitet. Ihre Blütezeit beginnt gewöhnlich im April und dauert in kühlen, feuchten Jahren ungefähr bis gegen die Mitte des August, in heissen, trockenen Jahren weniger lang.

2) Ich habe die Blüten von *Stellaria pallida* hauptsächlich in der Zeit vom 15. Mai bis zum 15. Juni untersucht. Im April habe ich nur zweimal, und zwar an sehr heiteren, ungewöhnlich heissen Tagen — am 23. und 27. — Gelegenheit gehabt, sie zu beobachten. Sie verhielten sich an diesen Tagen wie im Mai.

3) Die Blüten weichen — auch an derselben Örtlichkeit — recht bedeutend in der Grösse voneinander ab.

4) Die Nektarien — vergl. S. 250, Anm. 5 — sind zu dieser Zeit von oben her deutlich sichtbar.

5) Die Kelche derjenigen Blüten, welche sich nach 9$^1/_2$ Uhr öffnen, schliessen sich später; um 5$^1/_2$ Uhr pflegen aber die Kelche aller Blüten geschlossen zu sein.

Kelche der überwiegenden Mehrzahl dieser Blüten öffnen sich nicht wieder.

In der Mehrzahl der Blüten steht im Beginne der Auswärtsbewegung der Kelchblätter der untere Teil der Filamente der beiden — in den meisten Blüten allein vorhandenen[1]) — vor den ganz gedeckten Kelchblättern stehenden Staubgefässe senkrecht zu der[2]) Blütenebene.[3]) Der obere Teil dieser Filamente befindet sich entweder in derselben Richtung oder ist — häufiger — in ganz flachem Bogen nach aussen geneigt[4]). In der Minderzahl der Blüten sind die — entweder geraden oder im oberen Teile ein wenig nach innen konvex gekrümmten — Filamente dieser Staubgefässe im Beginne der Öffnungsbewegung des Kelches ein wenig nach aussen geneigt. Die Fila-

---

1) Bei Halle a. S. besitzen an der Mehrzahl der Wohnstätten von *Stellaria pallida* — im Mai und Juni — die meisten Blüten zwei, die übrigen Blüten ein oder drei episepale Staubgefässe. An einer bedeutend geringeren Anzahl Örtlichkeiten dieser Gegend sind Blüten mit drei episepalen Staubgefässen ebenso zahlreich wie solche mit zwei episepalen Staubgefässen, Blüten mit einem episepalen Staubgefässe dagegen nur spärlich vorhanden. Und an einer ungefähr ebenso grossen Anzahl Örtlichkeiten derselben herrschen Blüten mit drei episepalen Staubgefässen vor. Nur selten — am häufigsten an denjenigen Örtlichkeiten, an denen Blüten mit drei episepalen Staubgefässen vorherrschen — treten Blüten mit vier oder sogar fünf episepalen Staubgefässen auf. Wenn zwei episepale Staubgefässe vorhanden sind, so sind dies fast stets die vor den beiden ganz gedeckten Kelchblättern stehenden; wenn drei episepale Staubgefässe vorhanden sind, so sind dies meist jene beiden und das vor dem halbgedeckten Kelchblatte stehende; wenn nur ein Staubgefäss vorhanden ist, so steht dies stets vor einem der ganz gedeckten Kelchblätter. Etwas häufiger als Blüten mit vier oder fünf episepalen Staubgefässen sind Blüten, welche ausser einigen — meist drei — episepalen Staubgefässen ein bis zwei — nie sah ich mehr —, und zwar ganz beliebige, epipetale Staubgefässe — deren den der episepalen Staubgefässe an Grösse meist etwas nachstehende Antheren sich allerdings vielfach nicht zu öffnen scheinen — besitzen. Reste der nicht normal ausgebildeten Staubgefässe sind meist nicht vorhanden; am häufigsten treten Reste von — ein bis zwei — Gliedern des epipetalen Kreises, und zwar meist in Gestalt winziger, antherenloser Spitzchen, auf. In manchen Jahren — so 1899 — traten allerdings, vorzüglich im April und im Anfang des Mai, stellenweise zahlreiche Blüten auf, deren — meist zwei — episepale Staubgefässe sämtlich oder teilweise recht kurze Filamente und mehr oder weniger verkleinerte Antheren besitzen. Die Pollensäcke der kleineren von diesen Antheren öffnen sich garnicht; die Pollensäcke der grösseren Antheren dagegen öffnen sich, doch vielfach erst spät und nicht weit oder sogar unvollständig. In anderen Jahren sind solche Blüten an denselben Stellen garnicht oder nur in unbedeutender Anzahl vorhanden.

Auf das Andröceum von *Stellaria media* will ich nicht eingehen; vergl. hierzu FR. REINÖHL, Die Variation im Andröceum der *Stellaria media* Cyr., Bot. Zeitung, 61. Jahrg. Abt. 1 (1903) S. 159 u. f.

2) Senkrecht zur Längsachse der Blüte stehenden.

3) Je nach der Länge der Träger der Staubgefässe liegen die unteren Teile der Filamente entweder dem Fruchtknoten an oder stehen etwas von diesem ab.

4) In der Knospe werden die Staubgefässe durch die Kelchblätter gegen das Gynäceum gedrängt.

mente der ausser den vor den ganz gedeckten Kelchblättern stehenden etwa vorhandenen episepalen Staubgefässe, welche in der Regel etwas kürzer als die dieser beiden Staubgefässe sind, sind im Beginne der Öffnungsbewegung des Kelches meist ein wenig nach aussen geneigt. Die — geraden — Filamente der etwa vorhandenen epipetalen Staubgefässe sind noch kürzer[1]) und zu dieser Zeit noch ein wenig mehr nach aussen geneigt. Die Pollensäcke der Antheren der episepalen Staubgefässe öffnen sich in der Regel[2]) entweder kurz nach oder — wenigstens teilweise — kurz vor dem Beginne der Auswärtsbewegung der Kelchblätter[3]). Wenn ausser den vor den ganz gedeckten Kelchblättern stehenden noch andere episepale Staubgefässe in der Blüte vorhanden sind, so pflegen sich deren Pollensäcke nach den der ersteren zu öffnen. Die Antheren der episepalen Staubgefässe befinden sich zu der Zeit, wenn sich ihre Pollensäcke öffnen, meist noch in ihrer ursprünglichen introrsen Stellung, seltener haben sie durch schwache Torsion der Filamente nach links ihre ursprüngliche Innenseite ein wenig nach rechts gewendet.

Die episepalen Staubgefässe verharren in der beschriebenen Stellung einige Stunden. Dann, und zwar meist bevor die Kelchblätter der Blüte ihre Einwärtsbewegung beginnen, strecken sich ihre Filamente, falls diese gekrümmt sind, gerade und bewegen sie sich, falls sie etwas nach aussen geneigt sind, in eine zur Blütenebene senkrechte Stellung, und darauf bewegen sie sich, während sie sich ungefähr entsprechend der Oberfläche des ungefähr konischen oder halbellipsoidischen Fruchtknotens, an den sie sich meist mehr oder weniger weit anlegen, krümmen, soweit nach innen, dass sich — je nach ihrer Länge und der Länge ihrer Träger — entweder die oberen Enden ihrer Filamente kreuzen oder ihre Antheren untereinander berühren oder diese an die Griffel — und zwar meist in den Winkel zwischen zwei Griffelbasen hinein — legen[4]). Bei dieser

1) Die Antheren der epipetalen Staubgefässe pflegen — vergl. S. 248, Anm. 1 — kleiner zu sein als die der episepalen Staubgefässe.

2) Wie bei den anderen von mir untersuchten Alsinaceenarten mit kurzlebigen Blüten öffnen sich auch bei *Stellaria pallida* bei heiterer, warmer Witterung in seltenen Fällen vereinzelte Staubgefässe schon im Laufe des der Kelchöffnung vorausgehenden Tages.

3) Die Wandungen der inneren Pollensäcke nähern sich nach der Öffnung dieser Säcke soweit, bis sie fast vollständig aneinanderliegen.. Die Wandungen der äusseren Säcke nähern sich soweit und krümmen sich in der Weise, dass sie zusammen eine flachere oder tiefere, nach aussen konkave Schale bilden. Dadurch, dass das Schaltstück — vergl. hierzu SCHULZ, Diese Berichte, 20. Bd. (1902), S. 527 — kurz vor oder während der Bewegung der Pollensäcke kollabiert, erhält die Anthere einen hohen Grad von Beweglichkeit.

4) Am Nachmittag drängen die Staubgefässe so kräftig gegen den Fruchtknoten an, dass sie sich, wenn dieser abgetragen wird, weit — manchmal fast bis zur Horizontalen — einwärts neigen.

Einwärtsbewegung der episepalen Staubgefässe, welche beendet ist, bevor sich der Kelch geschlossen hat, kommen die mit Pollen bedeckten Partien ihrer Antheren stets mit Narben[1]) in Berührung und bestäuben diese[2]). Die Narben sind vielfach auch schon vorher bestäubt worden. Und zwar findet eine frühzeitige Bestäubung der Narben meist zu der Zeit statt, wenn die Antheren der vor den ganz gedeckten Kelchblättern stehenden episepalen Staubgefässe aufspringen, welche in dieser Zeit[3]), in der sie noch nicht geschrumpft sind, in der Regel[4]) sich dicht neben den Narben befinden oder diese sogar berühren[5]). Die Narben sind zu dieser Zeit bereits konzeptionsfähig. Der untere Teil des Griffels ist meist schon zur Zeit der Kelchöffnung mehr oder weniger weit nach aussen geneigt. Der obere Teil des Griffels ist zu dieser Zeit entweder kreisbogig oder mehr oder weniger stark hakenförmig — mit nach oben gerichteter Konvexität — gekrümmt; die Krümmung des Griffels ist oft schon so bedeutend, dass seine Spitze in gleicher Höhe mit seiner Basis liegt. Darauf neigen und krümmen sich die Griffel noch stärker, sehr oft so stark, dass ihre Spitzen auf den Fruchtknoten aufstossen. Vielfach tordieren sie mehr oder weniger weit nach rechts.

---

1) Die Innenseite des im Querschnitt ovalen, sich nach oben hin etwas verschmälernden Griffels trägt von der Basis ab Narbenpapillen; ungefähr im oberen Drittel oder in der oberen Hälfte des Griffels sind auch dessen Seitenflanken und Aussenseite mit Papillen bedeckt. Die Papillen stehen recht dicht und nehmen von der Griffelbasis nach der Griffelspitze hin an Länge zu.

2) Es haftet zu dieser Zeit stets noch genügend Pollen für eine ausgiebige Bestäubung an den Antheren.

3) Zu dieser Zeit ist der Kelch vielfach noch geschlossen oder erst wenig geöffnet.

4) Wenn die Antheren nach der Öffnung des Kelches aufspringen, vorzüglich in dem Falle, dass die Filamente senkrecht zur Blütenebene stehen und wenig oder garnicht gekrümmt sind.

5) Bestäubung der Narben durch Insekten findet wohl nur in seltenen Fällen statt; ich habe wenigstens, obwohl ich in verschiedenen Jahren zahlreiche Blüten bei heiterem, ganz windstillem Wetter stundenlang beobachtet habe, nur sehr wenige Besucher — kleine Fliegen, kleine Schlupfwespen und kleine Bienen sowie ein Individuum der Honigbiene — gesehen. Die meisten dieser Insekten besuchten, während ich sie beobachtete, nur je eine Blüte von *Stellaria pallida* und gingen dann zum Besuche von Blüten anderer Gewächse der betreffenden Örtlichkeit über. Es ist dies nicht wunderbar, da die Blüten von *Stellaria pallida* infolge der starken Reduktion ihrer Kronblätter — deren Reste ich aber ebenso wie LOEW in allen untersuchten Blüten fand — äusserst unauffällig und ausserdem duftlos sind. Ihre Nektarien sondern allerdings bei günstiger Witterung stets verhältnismässig reichlich Honig ab. Dieser tritt zunächst als winziger Tropfen über der Honiggrube des — wie das der übrigen Alsinaceen-Arten gebauten — Nektariums auf, hüllt darauf meist das ganze Nektarium in Gestalt eines Tropfens ein und fliesst nicht selten auch auf die Basis des benachbarten Kelchblattes hinab. LOEW hat die Blüten von *Stellaria pallida*, die er für honiglos erklärt, offenbar nur bei ungünstiger Witterung untersucht.

Die epipetalen Staubgefässe verharren länger als die episepalen Staubgefässe in derjenigen Stellung, welche sie während der Auswärtsbewegung der Kelchblätter eingenommen haben. Sie bewegen sich entweder kurz vor oder gleichzeitig mit diesen — selbständig — einwärts, oder sie werden sogar erst durch diese einwärts gedrängt. Die Pollensäcke ihrer Antheren öffnen sich entweder einige Zeit vor der Einwärtsbewegung der Kelchblätter oder sind zur Zeit der Einwärtsbewegung dieser noch geschlossen. Vielfach scheinen sie sich überhaupt nicht zu öffnen[1]), obwohl die Antheren normale Grösse, Gestalt und Färbung besitzen[2]).

Wenn dagegen am Morgen das Wetter sehr trübe ist, und vorzüglich, wenn es zu dieser Zeit regnet, und wenn diese Witterung während des ganzen Tages anhält, bleiben die Kelche aller derjenigen Blüten, welche an dem betreffenden Tage mit dem Blühen beginnen, — an diesem Tage — geschlossen[3]). Dennoch öffnen sich — wenn auch später als bei heiterer, warmer Witterung — die Pollensäcke der Antheren der episepalen Staubgefässe[4]) und führen darauf diese letzteren ihre hyponastische Bewegung aus, in deren Verlaufe sie sich, wie vorhin dargelegt wurde, fest an das Gynäceum anlegen. Wenn am folgenden Tage das Wetter günstiger — heiterer und wärmer — als am ersten Tage ist, dann öffnen sich die Kelche der Mehrzahl dieser Blüten, und zwar ebenso weit wie die Kelche derjenigen Blüten, welche an dem betreffenden Tage zu blühen beginnen. Zur Zeit der Kelchöffnung liegen die geöffneten Antheren der episepalen Staubgefässe an den Narben. In einem grossen Teile dieser Blüten bleiben sie mit den Narben während der ganzen Dauer des Geöffnetseins des Kelches in Berührung — und die Staubgefässe in ihrer hyponastischen Endlage —, da sie sich an diese während des vorigen Nachmittags und der auf diesen folgenden Nacht durch die sowohl in das Griffel- als auch in das Antherengewebe eindringenden Schläuche

---

1) Vgl. S. 248, Anm. 1.

2) Das Blühen von *Stellaria media* weicht bei gleicher Witterung an denselben oder ähnlichen Stellen nur unbedeutend und unwesentlich von dem — soeben geschilderten — von *Stellaria pallida* ab. Ich werde es an einer anderen Stelle ausführlich behandeln.

3) Wenn sich das Wetter im Laufe des Vormittags — bis gegen 12 Uhr hin — bessert, so öffnen sich die Kelche dieser Blüten bald. Bei stärkerem Regen dringt sehr häufig Regenwasser zwischen den Spitzen der Kelchblätter hindurch in das Innere der Blüte ein und erfüllt dieses oft vollständig. Wenn der Regen bis gegen Mittag aufhört und das Wetter heiter wird, dann öffnen sich die Blüten bald — und zwar bei sehr heiterem, warmem Wetter weit —, ihr Inneres trocknet, und die Pollensäcke ihrer Antheren springen auf, falls sie sich noch nicht vorher geöffnet haben.

4) Die Antheren der etwa vorhandenen epipetalen Staubgefässe öffnen sich vielfach überhaupt nicht oder erst am folgenden Tage, falls sich an diesem der Kelch öffnet.

ihrer Pollenkörner fest angeheftet haben[1]). In den übrigen Blüten dagegen ist die Verbindung zwischen den Griffeln und Antheren weniger fest[2]). Infolge davon lösen sich die letzteren gleich im Beginne der Auswärtsbewegung der Kelchblätter oder etwas später von den Griffeln ab. Dennoch verharren in einem Teile dieser Blüten die Staubgefässe — mit nach aussen konvexen Filamenten — in der hyponastischen Endlage; in den übrigen Blüten jedoch nehmen sie während der Auswärtsbewegung der Kelchblätter entweder eine solche Stellung an, wie sie die entsprechenden Staubgefässe der an warmen, heiteren Tagen blühenden Blüten während der Auswärtsbewegung der Kelchblätter annehmen, oder sie neigen sich noch etwas weiter nach aussen und krümmen sich noch etwas stärker als diese[3]). Nach wenigen Stunden — bevor die Kelchblätter ihre Einwärtsbewegung beginnen — bewegen sich diese Staubgefässe in derselben Weise einwärts wie die Staubgefässe derjenigen gleichzeitig blühenden Blüten, deren Kelche sich an diesem Tage zum ersten — und einzigen — Male geöffnet haben[4]).

Bei weniger trübem Wetter öffnen sich zwar die Kelche der an

---

1) Die von LOEW untersuchten Blüten waren wahrscheinlich solche, deren Kelche sich an dem Beobachtungstage — ihrem zweiten Blühtage — zum ersten Male oder wieder geöffnet hatten. Am Beobachtungstage herrschte offenbar, wie schon gesagt wurde, wenig günstiges Wetter, infolgedessen sich die Kelche dieser Blüten nicht weit öffneten und ihre Nektarien keinen Honig absonderten. Die von LOEW beobachteten bei Beginn der Kelchöffnung noch geschlossenen Antheren gehörten entweder epipetalen Staubgefässen oder solchen episepalen Staubgefässen, deren Antherenöffnung sich verzögert hatte — vgl. hierzu S. 248, Anm. 1 — an.

2) Es sind dies wohl meist solche Blüten, deren Antheren sich erst spät geöffnet haben oder deren Pollenschläuche sich infolge von sehr ungünstiger Witterung nur sehr langsam entwickelt haben oder deren Pollenkörner — durch Regenwasser — grösstenteils zerstört worden sind. Diejenigen Staubgefässe, deren Antheren sich nicht geöffnet haben oder deren Pollenkörner — durch Regenwasser — sämtlich zerstört worden sind, haben sich natürlich nicht an das Gynäceum angeheftet.

3) Die etwa vorhandenen epipetalen Staubgefässe pflegen sich ebenfalls, und zwar meist stärker als die episepalen, nach aussen zu neigen.

4) Auch bei einigen anderen der von mir untersuchten Alsinaceen-Arten — z. B. bei *Stellaria media* — bleibt das Perianth bei kühler oder trüber Witterung geschlossen, doch heften sich nur bei einem Teile dieser Arten die Staubgefässe so fest an das Gynäceum wie bei *Stellaria pallida*. Bei *Stellaria media* lösen sich die Staubgefässe, wenn sich am zweiten Blühtage das Perianth öffnet, meist vom Gynäceum ab. Dagegen findet eine feste Anheftung der Antheren an das Gynäceum sehr häufig — noch häufiger als bei *Stellaria pallida* — bei Arten der zu den Spergulaceen gehörenden Gattungen *Spergula* und *Spergularia* statt, deren Perianth bei trübem Wetter geschlossen bleibt. Von den deutschen Arten dieser Gattungen scheint *Spergularia salina* Presl in dieser Hinsicht am empfindlichsten zu sein, doch öffnet sich auch bei dieser Art bei heiterem, warmem Wetter der Kelch regelmässig. Vergleiche hierzu SCHULZ, Diese Berichte, 21. Bd. (1903), S. 119 u. f. In dieser Abhandlung habe ich schon (S. 126, Anm. 2) auf das ähnliche Verhalten von *Stellaria pallida* hingewiesen.

den betreffenden Tagen mit dem Blühen beginnenden Blüten, doch mehr oder weniger später und auch nicht so weit wie bei heiterem, warmem Wetter. Sie bleiben aber länger geöffnet als bei solchem Wetter. Ihre Staubgefässe führen dieselben Bewegungen aus wie die der bei heiterem Wetter blühenden Blüten, doch erfolgt die Einwärtsbewegung ihrer Staubgefässe in der Regel später als die der Staubgefässe dieser Blüten. Bei einem Teile jener Blüten öffnen sich die Kelche am nächsten Tage — vorausgesetzt, dass an ihm das Wetter ebenso wie am ersten Tage oder heiterer als an diesem ist — noch einmal. Die Staubgefässe, welche in einem Teile dieser Blüten durch Pollenschläuche an die Griffel angeheftet sind, verhalten sich wie die der soeben behandelten Blüten. Auch im übrigen gleichen diese Blüten den letzteren[1])[2]).

An stark beschatteten Stellen verhalten sich die Blüten wesentlich anders als an unbeschatteten Örtlichkeiten[3]). An jenen bleiben selbst an den heitersten und wärmsten Tagen der Monate Mai, Juni und Juli[4]) die Kelche der blühenden Blüten d a u e r n d geschlossen[5]). Die Staubgefässe, welche durch die Kelchblätter gehindert werden, sich so weit wie in den geöffneten Blüten nach aussen zu bewegen, legen sich wie die der Blüten der unbeschatteten Örtlichkeiten im Laufe des Tages fest an das Gynäceum und verharren dauernd in dieser Lage, in welcher sich ihre Antheren früher oder später in der geschilderten Weise an die Griffel anheften.

An weniger stark beschatteten Stellen öffnen sich bei heiterer, warmer Witterung die Kelche, doch weniger weit und später als an unbeschatteten Stellen bei solcher Witterung, und zwar um so weniger weit und um so später, je geringer die Beleuchtung der betreffenden Örtlichkeit ist[6]). Dafür bleiben die Kelche dieser Blüten aber länger

1) Auch von denjenigen Blüten, deren Kelche sich, weil das Wetter erst gegen Mittag günstig wurde, erst in den ersten Nachmittagsstunden geöffnet haben, öffnet sich ein Teil am nächsten Tage noch einmal.

2) Vergl. hierzu S. 253, Anm. 6.

3) *Holosteum umbellatum* L. verhält sich an solchen Stellen — wie auch an unbeschatteten Stellen — ähnlich wie *Stellaria pallida*.

4) Nur in diesen Monaten habe ich *Stellaria pallida* an solchen Örtlichkeiten untersucht.

5) Ich habe früher — vor 1890 — die Blüten von *Stellaria pallida* nur an solchen Örtlichkeiten untersucht und deshalb diese Art, die ich damals als Varietät von *Stellaria media* ansah, für „stellenweise vollständig kleistogam" erklärt. Vergl. SCHULZ, Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. II. (1890), S. 55.

6) Die Blüten solcher Örtlichkeiten scheinen durch trübes Wetter weniger stark beeinflusst zu werden als die Blüten ganz unbeschatteter Örtlichkeiten. Ich habe nicht selten bei sehr trübem Wetter an ersteren eine Anzahl von Blüten mit offenen Kelchen beobachtet, während sich an benachbarten ganz unbeschatteten Stellen der Kelch keiner einzigen Blüte geöffnet hatte.

geöffnet als die der Blüten der Individuen unbeschatteter Stellen[1]). Bei einem Teile von ihnen öffnen sich die Kelche am nächsten Tage, falls an diesem günstiges Wetter herrscht, noch einmal. Die Staubgefässe verhalten sich am ersten Tage wie die der gleichzeitig blühenden Blüten unbeschatteter Örtlichkeiten, nur beginnt ihre Einwärtsbewegung später und verläuft langsamer als bei diesen. In denjenigen Blüten, deren Kelche sich noch einmal öffnen, sind die Staubgefässe zur Zeit der Kelchöffnung meist an das Gynäceum mehr oder weniger fest angeheftet. Sie verhalten sich nach der Kelchöffnung wie sich die derjenigen Blüten unbeschatteter Örtlichkeiten, deren Kelche sich am zweiten Tage noch einmal oder überhaupt erst öffnen, an diesem Tage verhalten[2]).

Es sind also bei *Stellaria pallida* die Blühdauer, die Anzahl und Grösse der Bewegungen der Kelchblätter sowie die Anzahl der Bewegungen der Staubgefässe von dem Grade der Beleuchtung der Blüten abhängig[3]). Bei starker Beleuchtung entwickeln sich die Pollenschläuche schnell, und es erfolgt die Befruchtung der Eizellen frühzeitig, entweder schon am Nachmittag des ersten — einzigen — Blühtages, oder in der auf ihn folgenden Nacht. Mit dem Eintritte der Befruchtung erreicht das Blühen der betreffenden Blüte sein Ende. In diesem Falle öffnet sich der Kelch also nur einmal und führen seine Blätter ebenso wie die Staubgefässe der betreffenden Blüte nur eine epinastische[4]) und darauf eine hyponastische Bewegung aus. Bei schwacher Beleuchtung entwickeln sich die Pollenschläuche langsamer, und es erfolgt die Befruchtung der Eizellen später. In diesem Falle dauert das Blühen meist länger als einen Tag (nebst der nachfolgenden Nacht). Wenn die Beleuchtung am ersten Blühtage sehr schwach ist, so öffnen sich die Kelche der an diesem Tage zu blühen beginnenden Blüten gar nicht an ihm, und wenn die Beleuchtung am folgenden Tage ebenso schwach ist, so öffnen sich die Kelche dieser Blüten überhaupt nicht. In diesem Falle führen die Staubgefässe am ersten Blühtage eine — ganz unbedeutende — epinastische Bewegung[5]) und darauf eine hyponastische Bewegung aus. Nach dieser

---

1) In lichten Gebüschen, die aber von der Nachmittagssonne nicht getroffen werden, sind an sonnigen, warmen Junitagen häufig noch zwischen 7 und 8 Uhr abends offene Kelche vorhanden.

2) Auch an diesen Örtlichkeiten sondern die Blüten bei günstiger Witterung Honig ab.

3) Auch bei zahlreichen anderen Phanerogamen ist dies der Fall; vergleiche z. B. SCHULZ, Diese Berichte 20. Bd. (1902) S. 554-556.

4) Diese ist, vorzüglich bei den vor den ganz gedeckten Kelchblättern stehenden Staubgefässen, ganz unbedeutend. Sie findet im Beginne der Auswärtsbewegung der Kelchblätter statt.

5) In sehr vielen Fällen wird diese durch den geschlossenen Kelch wohl fast ganz oder vielleicht sogar ganz verhindert.

werden sie meist durch Pollenschläuche unbeweglich an das Gynäceum angeheftet. Wenn jedoch die Beleuchtung am zweiten Blühtage stärker als am ersten ist, so öffnen sich die Kelche dieser Blüten, und deren Staubgefässe machen, falls sie sich vom Gynäceum ablösen[1]), noch eine zweite epinastische und eine zweite hyponastische Bewegung[2]). Wenn die Beleuchtung schon am Morgen des ersten Blühtages weniger schwach ist und sich an diesem und dem folgenden Tage in gleicher Höhe erhält, so öffnet sich der Kelch, doch weniger weit als bei starker Beleuchtung, bleibt aber länger geöffnet als bei dieser und öffnet sich in sehr vielen Fällen am zweiten Tage noch einmal. Die Staubgefässe dieser Blüten verhalten sich am zweiten Blühtage wie die der soeben behandelten Blüten an diesem[3]).

---

## 42. Ernst Küster: Über den Einfluss wasserentziehender Lösungen auf die Lage der Chromatophoren.

Vorläufige Mitteilung.

Mit zwei Abbildungen.

Eingegangen am 19. Mai 1906.

Die Bewegungen der Chromatophoren, durch welche diese an die Aussen- und Seitenwände der Zellen in Flächenstellung oder Profilstellung gebracht werden und über welche ich mich kürzlich in diesen Berichten geäussert habe,[4]) sind nicht die einzigen, die sich durch Behandlung mit Lösungen verschiedener Konzentration be-

1) Oder falls sie sich infolge Zerstörung des Pollens durch in die Blüte eingedrungenes Regenwasser oder wie die der weiblichen Blüten — vergl. S. 248, Anm. 1 — gar nicht angeheftet haben.

2) Die gleichen vier Bewegungen führen auch die Staubgefässe der anderen der von mir untersuchten Alsinaceen-Arten aus, und zwar bei dem einen Teile dieser Arten in allen Blüten, bei dem anderen Teile derselben nur in denjenigen Blüten, in denen die Entwicklung der Pollenschläuche und die Befruchtung der Eizellen sich verzögert oder ganz unterbleibt. Ich werde hierauf an einer anderen Stelle näher eingehen.

3) Die Blüten von *Stellaria pallida* weichen somit von den der echten kleistogamen Phanerogamen wesentlich ab. Ich will deshalb auf LOEW's Ansichten über die Bedeutung der Blüten von *Stellaria pallida* für die Frage nach dem Wesen und der Entstehung der Kleistogamie nicht eingehen.

4) Über den Einfluss von Lösungen verschiedener Konzentration auf die Orientierungsbewegungen der Chromatophoren. Ber. d. D. Bot. Ges. 1905, Bd. XXII, S. 254.

einflussen lassen. Als zweite Gruppe der hierher gehörigen Bewegungserscheinungen und Lagerungsverhältnisse sind diejenigen Fälle zu nennen, in welchen die Chromatophoren zum Zellkern hin oder von ihm fortwandern. SENN[1]) hat in einer Arbeit, die sich namentlich mit dem Einfluss chemischer Agentien auf die Dunkelstellung der Chlorophyllkörner beschäftigt, auch auf die „Systrophe" der Chromatophoren einzelliger Organismen (*Striatella*, *Eremosphaera*) hingewiesen und darauf aufmerksam gemacht, dass die Häufung der Chlorophyllkörner um den Kern vielleicht auf die Fähigkeit der Chromatophoren zu chemotaktischer Einstellung und auf die Ausscheidung chemotaktisch wirksamer Substanzen zurückzuführen sei. Ob diese wichtigen Fragen zu bejahen oder zu verneinen sind, soll hier nicht geprüft werden, um so weniger, als SENN demnächst in einer ausführlichen Publikation auf diese Probleme zurückzukommen gedenkt. In diesen Zeilen möchte ich nur davon sprechen, dass Bewegungen der Chromatophoren zum Zellkern hin und von ihm fort durch bestimmte äussere Bedingungen ausgelöst werden können, und dass im besonderen jene Bewegungen abhängig von der Konzentration der die Zellen umspülenden Flüssigkeiten und von dem Grad des Turgors der Zellen erscheinen können.

Auch bei höheren Pflanzen ist der Fall keineswegs selten, dass sich die Chromatophoren — Chlorophyllkörner sowie Leukoplasten — um den Kern scharen. Das Beispiel, mit dem wir uns im folgenden beschäftigen wollen, sind die Epidermiszellen von Blatt und Achse der verbreiteten Orchidee *Listera ovata*. Besonders schön zeigen die Zellen der unterseitigen Blattepidermen Kern und Chromatophoren, — die letzteren rings um den Kern geordnet oder nur zum Teil an ihn gelagert und im übrigen regellos in der Zelle verteilt. Meine Versuche, die den Einfluss des Turgordruckes auf die Verteilung der Chlorophyllkörner zeigen sollten, bestanden in folgendem:

Epidermisfetzen, in deren Zellen die Chlorophyllkörner keine Anhäufung um den Kern erkennen lassen, werden in Rohrzuckerlösungen verschiedener Konzentration übertragen — 2,5, 5, 10 und 20 pCt. Nach 15 Stunden werden die Objekte untersucht: in 2,5 und 5 prozentiger Lösung werden die Zellen nicht plasmolysiert, die Stellung der Chlorophyllkörner bleibt so gut wie unverändert. In 10 prozentiger Lösung tritt mässig starke Plasmolyse ein und die Chromatophoren erscheinen um den Kern geordnet; in 20 prozentiger Lösung ist der Protoplast in den meisten Fällen stark zusammen-

1) Die Dunkellage der Chlorophyllkörner. Vortrag gehalten auf der 87. Jahresversammlung der Schweiz. Naturforsch. Ges. in Winterthur. Bd. VII bis 2. VIII. 1904. Winterthur (J. KAUFMANN's Wwe.) 1904. S. 11 ff.

gezogen und zur Kugel abgerundet, die Chromatophoren liegen durchweg um den Kern gehäuft und das Netz von Plasmafäden, das den Zellsaftraum durchzieht, ist sehr deutlich geworden.

Nach der Untersuchung wurden weiterhin die Objekte, deren Chromatophoren unter dem Einfluss der konzentrierten Zuckerlösungen ihre Anordnung verändert hatten, direkt oder nach vermittelndem Aufenthalt in schwächeren Lösungen auf einige Stunden in Leitungswasser übertragen; nach etwa 7 Stunden waren an den aus 10 prozentiger Rohrzuckerlösung stammenden Hautfetzen die Chlorophyllkörner wieder gleichmässig durch die Zelle verteilt und der Kern

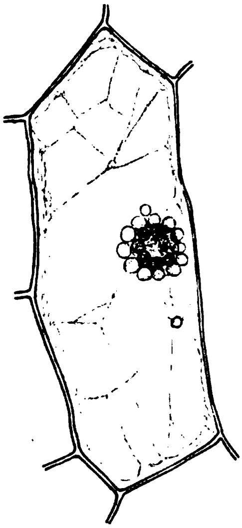


Fig. 1. Einfluss einer 10 prozentigen Rohrzuckerlösung auf die Verteilung der Chlorophyllkörner.

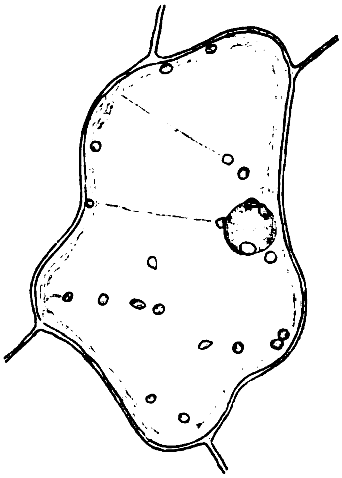


Fig. 2. Zelle eines ähnlichen Präparates nach Übertragung aus Rohrzucker (10 pCt.) in Leitungswasser.

seines grünen Belages in vielen Zellen wieder so gut wie ganz beraubt. Die nebenstehenden Figuren illustrieren das Gesagte. — Die Chlorophyllkörner der Schliesszellen, die viel kräftiger gefärbt sind als die blassgrünen Chromatophoren der anderen Epidermiszellen, verhalten sich auch hinsichtlich ihrer Verteilung anders als diese und bleiben auch bei längerem Aufenthalt der Präparate in 10 prozentiger Rohrzuckerlösung gleichmässig in den Zellen verteilt.

Die Wanderung der Chlorophyllkörner zum Kern und von ihm fort erfolgte zu langsam, als dass der ganze Vorgang unter dem Mikroskop hätte verfolgt werden können. Wenigstens die Annäherung der Chlorophyllkörner an den Zellenkern lässt sich hingegen leicht an Objekten verfolgen, die mit der Zentrifuge vorbehandelt sind. Stückchen von dem farblosen Achsenteil der *Listera*, in deren

Epidermiszellen die fast farblosen Chloroplasten um den Kern gehäuft sind, wurden fünf Minuten lang mässig stark zentrifugiert (in der Sekunde 22 Umdrehungen, Radiuslänge etwa 14 *cm*). Dabei werden die Chloroplasten an das Ende der langgestreckten Epidermiszellen befördert; gleichzeitig mit ihnen häuft sich eine ansehnliche Menge Cytoplasma in dem Zellenende an; der Kern wird auf diese Weise seiner Chlorophyllkörner beraubt, bleibt aber zunächst noch in normaler Lage. Interessant ist es nun, an Flächenschnitten die Wiederherstellung des status quo ante zu beobachten. Man braucht sich nicht allzulange zu gedulden, um die Rückwanderung der Chloroplasten zum Kern oder besser gesagt, ihren Rücktransport dorthin verfolgen zu können. Vom Kern nach der erwähnten Cytoplasmaanhäufung hin verlaufen oft Plasmastränge von ansehnlicher Dicke, in welchen zahlreiche Chloroplasten eingebettet sind. An diesen sieht man zuerst die Rückbewegung beginnen: das Cytoplasmanetz streckt sich, und die im Plasma eingebetteten Chloroplasten werden — truppweise entsprechend ihrer Lagerung und ruckweise — dem Kern zugeführt. An diesem angelangt, verteilen sie sich regelmässig um ihn, nicht anders als etwa schwimmende Korkstücke, die sich um einen grösseren ebensolchen gruppieren. Die Art und Weise, wie sich die Chloroplasten dem Kern nähern, macht durchaus den Eindruck, dass sie passiv dem Kern zugeführt werden; die Form der Chlorophyllkörner bleibt während der Verlagerung die gleiche, und niemals habe ich während des geschilderten Vorganges die Chlorophyllkörner Pseudopodien ausstrecken sehen,[1]) obschon gerade bei *Listera* unter bestimmten Bedingungen sich an den Chloroplasten allerhand Formveränderungen beobachten lassen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. — Der Rücktransport der Chloroplasten zum Zellkern nach der Zentrifugenbehandlung ist daher nach meiner Ansicht ursächlich auf den Ausgleich der im Cytoplasma herrschenden Spannungsverhältnisse zurückzuführen und darf nicht als aktives Hinstreben der Chloroplasten zum Kern hin gedeutet werden.

Der Einfluss von Lösungen verschiedener Konzentration auf die Stellung der Chromatophoren und ihr Lagerungsverhältnis zum Zellkern lässt sich auch an anderen Objekten erweisen. Wohlbekannt sind die Leukoplasten der *Tradescantia*-Blätter: in den farblosen Epidermen — z. B. von *Tr. discolor* — liegen um den Kern herum mehr oder minder zahlreich leicht zersetzliche farblose Kügelchen. Freilich lässt sich dieses Bild im allgemeinen nur in den Epidermen älterer ausgewachsener Blätter wiederfinden; bei jungen Blättern

1) Vgl. z. B. KÜSTER: Zur Physiologie und Pathologie der Pflanzenzelle I. (Zeitschr. f. allg. Physiol. Bd. IV. 1904, S. 221) und SENN a. a. O.

liegen nur wenige Leukoplasten dem Zellkern an, die meisten liegen irgendwo im wandständigen Plasma oder in einem der Plasmafäden, welche den Zellsaftraum durchziehen. Ebenso habe ich in der Epidermis der Achsenteile die Leukoplasten meist gleichmässig in der Zelle verteilt gefunden.

Die oberseitige Epidermis junger, noch nicht völlig erwachsener Blätter von *Tradescantia discolor* ist als geeignetes Objekt zur Prüfung der an *Listera* gewonnenen Resultate zu nennen: die Leukoplasten sind nicht so empfindlich wie die der älteren Blätter und ihre Stellung durch äussere Faktoren leicht zu beeinflussen. Vier- bis fünfstündiger Aufenthalt in 5 prozentiger Rohrzuckerlösung hat keinen nennenswerten Effekt; in 10 prozentiger Lösung sind die Zellen nach vier Stunden ein wenig plasmolysiert, und ihre Leukoplasten haben teils an der Oberfläche des Kernes, teils in seiner Nähe Aufstellung gefunden, so dass in denjenigen Zellen, deren Kern an der Aussen- oder der gegenüberliegenden Innenwand liegt, dieser von einem breiten Hof Leukoplasten umgeben erscheint. In vielen Zellen haben alle Leukoplasten in der Nähe des Kerns sich eingefunden, in anderen liegen noch einige Nachzügler irgendwo an den Seitenwänden der Zelle; nur vereinzelt finden sich Zellen, deren Leukoplasten ihre gleichmässige, vom Kern anscheinend nicht beeinflusste Verteilung in der Zelle beibehalten haben. Die Plasmafäden der Zellen sind nach Behandlung mit 10 pCt. Rohrzuckerlösung meist sehr deutlich geworden und namentlich in der Nähe des Zellkerns gut zu sehen.

20 pCt. Rohrzuckerlösung ist bereits zu stark; die Zellen werden in ihr schnell und stark plasmolysiert. Die Leukoplasten bleiben zwar zunächst noch unzersetzt, doch bleibt auch ihre Verteilung in der Zelle im allgemeinen dieselbe.

Halle a. S., Botanisches Institut der Universität.

# 43. Bruno Schröder: Zur Charakteristik des Phytoplanktons temperierter Meere.

Eingegangen am 19. Mai 1906.

Die Florenreiche der Hochsee lassen sich auf Grund ihrer Flora im allgemeinen unschwer in zwei Gebiete trennen, nämlich in das Kaltwasser- und das Warmwassergebiet. Beide gehen durch Grenzgebiete in einander über. Das Phytoplankton des Nördlichen Eismeeres und das der kälteren Teile des Atlantischen Ozeans war wiederholt Gegenstand hydrobiologischer Untersuchungen und Erörterungen, die uns eine eingehendere Kenntnis des Floracharakters dieser kalten Gewässer vermittelten. Dagegen ist über die Eigenart der Flora des Phytoplanktons subtropischer und tropischer Meere nur wenig bekannt. Über das Warmwassergebiet des Atlantik hat SCHÜTT (1), und über das westliche Mittelmeer haben PAVILLARD (2) und der Verfasser (3) Angaben gemacht. Seitdem sind eine Anzahl spezieller systematischer Arbeiten über Schwebepflanzen des Warmwassergebietes erschienen, besonders von CLEVE (4), OSTENFELD und SCHMIDT (5—7), LEMMERMANN (8), OKAMURA und NISHIKAWA (9) und andere.

Herr Professor Dr. C. SCHRÖTER in Zürich hatte die Güte, eine grössere Anzahl Planktonproben aus temperierten Meeresteilen von seiner Reise um die Erde 1898/99 mir zur Bearbeitung zu übergeben. Weiteres Material erhielt ich ausserdem von Herrn Dr. HUNDHAUSEN in Zürich, das er 1901/04 auf seinen Reisen nach Japan und nach Neu-Seeland gesammelt hatte. Proben aus der nördlichen Adria bei Isola Brioni unweit von Pola überliessen mir 1905 Herr Professor Dr. W. KÜKENTHAL und Herr Dr. C. ZIMMER aus Breslau, während ich selbst 1897 bei Rovigno auf Istrien Plankton gesammelt hatte, das mit dem übrigen erhaltenen zur Untersuchung kam.

Unter Berücksichtigung der Angaben der genannten Autoren über Schwebepflanzen des Warmwassergebietes und an der Hand der Ergebnisse meiner eigenen Beobachtungen will ich versuchen, einen kleinen Beitrag zur Charakteristik des Phytoplanktons temperierter Meere zu geben, der allerdings nach Lage der Dinge zurzeit noch manche Lücken aufweist. Eine ausführliche Abhandlung über die von mir bearbeiteten Planktonproben ist im Druck und erscheint demnächst in der Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft zu Zürich.

Das Phytoplankton des Warmwassergebietes muss als vorwiegend

polymiktes Plankton bezeichnet werden, denn es weist fast ausschliesslich viele Arten auf, von denen aber meist nur wenige Individuen vorhanden sind, so dass man nur in gewissen Fällen von dem Dominieren einer Art oder von dem massenhaften Vorkommen mehrerer Arten sprechen kann. Wie gross mitunter die Artenzahl innerhalb einer Florenprovinz ist, geht am besten aus meinen Proben aus dem Indischen Ozean hervor, welche sich aus 118 Arten zusammensetzen, während sich die japanischen Gewässer mit sogar 147 Arten noch reicher erwiesen. Dabei ist es auffallend, dass in diesen Proben entweder die Peridiniaceen vorherrschen und die Bacillariaceen gegen sie weit zurücktreten oder umgekehrt; niemals fand ich beide in einigermassen gleicher Artenanzahl. Die Pyrocysteen, Schizophyceen und Halosphaereen traten in den zur Durchsicht gelangten Proben immer nur ganz vereinzelt auf, oder sie fehlten gänzlich.

Von den Fällen eines massenhaften Vorkommens von Arten im Warmwassergebiete seien folgende erwähnt. SCHÜTT (10, S. 96) und ich (l. c. 3, S. 34) haben bereits früher das reichliche Auftreten von *Chaetoceras Schüttii* Cleve (syn. *Ch. angulatum* Schütt) in den Herbstmonaten im Golfe von Neapel festgestellt. Das Dominieren von *Chaetoceras curvisetum* Cleve im *l'étang de Thau* beschreibt PAVILLARD (2, S. 41). In der nördlichen Adria bei Triest wies schon 1872 SYRSKI (9) auf von ihm gefundene schleimige Diatomaceenmassen („masse glutinose") hin, ohne indessen die Art der betreffenden Bacillariacee genauer anzugeben. Ebenso fanden CORI und STEUER (10) im Winter 1899/1900, dass *Chaetoceras* im Golf von Triest eine „flockige, dickliche, gelbe Masse" bildete, die von den Marinaris als „limonata" bezeichnet wurde. Ein ähnliches massenhaftes Vorkommen von *Ceratium volans* Cleve und anderen Ceratien bemerkte ich im Indischen Ozean. Ich schrieb seinerzeit an HUNDHAUSEN, der dort gefischt hatte, dass seine Proben (namentlich die vom 1.—4. November 1901) reich an Ceratien seien, worauf er mir brieflich mitteilte, dies sei im Indischen Ozean „nach den grossen, braunpurpurigen Flecken, mit denen die Oberfläche seines schwarzblauen Wassers ununterbrochen bedeckt war, zu erwarten", wiesen doch auch die in Formol fixierten diesbezüglichen Planktonproben HUNDHAUSEN's eine dunkelbraune Farbe auf.[1]) Durch diese Tatsachen ist der Nachweis gegeben, dass auch im Warmwassergebiete zu gewissen Zeiten ausnahmsweise ein monotones Plankton von Bacillariaceen oder von Peridiniaceen auftreten kann. Von Schizophyceen, z. B. von *Trichodesmium erythraeum* (Ehrb.) Gomont, ist dies aus dem Roten Meere

1) Weitere Angaben über massenhaftes Vorkommen von Peridiniaceen (*Gonyaulax*, *Peridinium sanguineum*, *Glenodinium rubrum*), die die Farbe des Seewassers abnorm verändern, finden sich bei NISHIKAWA, Annot. zool. japon. Vol. IV, Part 1, pag. 31—34.

(SCHÜTT 1, S. 63) und durch CLEVE aus dem Atlantischen Ozean vom 28° s. Br. und 42° w. L. (Cleve 4d, S. 367) und aus dem Indischen Ozean (Cleve 4c, S. 12) nachgewiesen, ebenso von der Chlorophycee *Halosphaera viridis* Schmitz durch FALKENBERG (13).

Als häufige und teilweise charakteristische Pflanzen des Warmwasserplanktons sind zu nennen:

a) aus dem **warmen atlantischen Ozean und dem Mittelmeer** z. B. *Bacteriastrum varians* Lauder, *Chaetoceras coarctatum* Lauder, *Ch. diversum* Cleve, *Ch. furca* Cleve, *Ch. longicrure* Ostenf., *Ch. Lorenzianum* Grun., *Ch. peruvianum* Btw., *Climacodium Frauenfeldii* Grun., *Coscinodiscus gigas* Ehrb., *Hemiaulus Hauckii* Grun., *Planktoniella* Sol. (Wall.) Schütt, *Rhizosolenia imbricata* var. *Shrubsolii* (Cleve) Schröder, *Rh. robusta* Normann, *Rh. Stolterfothii* Perag., *Thalassiothrix Frauenfeldii* (Grun.) Cleve und Grun., *Ceratium arcuatum* Gourr., *C. candelabrum* (Ehrb.) Stein, *C. contortum* (Gourr.) Cleve, *C. curvicorne* (Dadey) Cleve, *C. flagelliferum* Cleve, *C. tripos* var. *gracilis* Schröder, *C. volans* Cleve, *Dinophysis homunculus* Stein, *Pyrophacus horologicum* Stein.

b) aus dem **indo-malayischen** Meere z. B. *Biddulphia chinensis* Grev., *B. mobilensis* Bail., *Chaetoceras diversum* Cleve, *Ch. laeve* Leud.-Fortmor., *Ch. Lorenzianum* Grun., *Cl. Schüttii* Cleve, *Ditylium Pernotii* Schröder, *D. Sol* van Heurck, *Stephanopyxis turris* (Grev.) Ralfs, *Thalassiosira monile* Cleve, *Thalassiothrix nitzschioides* Grun., *Amphisolenia bidentata* Schröder, *Ceratium volans* Cleve, *C. vultur* Cleve, *Dinophysis miles* Cleve.

c) aus dem **westlichen pacifischen Ocean** (Süd- und ostchinesisches Meer und japanisches Meer), z. B. *Chaetoceras compressum* Lauder, *Ch. denticulatum* Lauder, *Ch. furca* var. *macroceras* Schröder, *Ch. Lorenzianum* Grun., *Ditylium Sol* van Heurck, *Eucampia zodiacus* forma, *Hemiaulus chinensis* Grev., *Rhizosolenia alata* var. *cochlea* (Brun.) Ostenf. et var. *indica* (Perag.) Ostenf., *Rh. crassispina* Schröder, *Rh. styliformis* var. *latissima* Btw., *Stephanopyxis Palmeriana* Grev., *Ceratium filiforme* (Okam.) Schröder.

Bemerkenswert ist ausserdem, dass manche Arten, die auch im Kaltwassergebiete vorzukommen pflegen, im temperierten Wasser gewisse Abweichungen zeigen, die sie als Warmwasserformen charakterisieren. *Eucampia zodiacus* Ehrb. und *Climacodium Frauenfeldianum* Grun. weichen in wärmeren Meeren dadurch vom Kaltwassertypus ab, dass ihre Zellen weit grösser werden und viel weitere Fensterchen bekommen. Ein ähnliches luxurierendes Wachstum weisen einzelne *Rhizosolenia*-Arten auf. Die oben aus dem pacifischen Ocean genannten *Chaetoceras furca* Cleve und *Ch. diversum* Cleve bilden im Warmwassergebiete nicht nur ein Paar starke Stacheln an der Kette, sondern deren mehrere Paare. Schärfer noch tritt das luxurierende Wachstum der Warmwasserformen bei den Peridiniaceen auf, besonders bei der Gattung *Ceratium*. Eine Form mit sehr weit aus-

gebreiteten Hörnern wird bei CHUN (14, S. 71 Fig. *a*) abgebildet; eine derselben nahe verwandte Form beschreiben OSTENFELD und SCHMIDT als *Ceratium patentissimum* aus dem Roten Meere (5, S. 169). Andere verwandte Formen aus dem Indischen Ocean sind die von mir gefundenen: *Ceratium elegans*, *C. Hundhausenii* und *C. zeylanicum* mit abnorm langen Antapicalhörnern. Ungewöhnlich verlängerte Apicalhörner zeigen *C. japonicum* Schröder und *C. pacificum* Schröder. Auch *Ceratium volans* Cleve bringt es mitunter zu recht erheblich verlängerten Hörnern, je wärmer das Wasser wird; das gleiche gilt von *C. extensum* (Gourr.) Cleve. Hinsichtlich weiterer Warmwasserformen der Gattung *Ceratium* möchte ich auf meine früheren Darlegungen verweisen (l. c. 3, S. 35), sowie auf meine demnächst erscheinende ausführlichere Arbeit über dieses Gebiet. Die wunderbarsten luxurierenden Peridiniaceen sind jedenfalls die gänzlich dem Warmwassergebiete angehörenden Arten *Amphisolenia*, *Ornithocercus* und *Histoneïs*, von der *Histoneïs Dolon* Murr. et Whitt. am kompliziertesten ist.

## Literaturnachweis.


1. SCHÜTT, F., Das Pflanzenleben der Hochsee. Leipzig und Kiel 1893.
2. PAVILLARD, J., Recherches sur la flore pélagique de l'étang de Thau. Montpellier 1905.
3. SCHRÖDER, B., Das Phytoplankton des Golfes von Neapel, in: Mitt. d. zool. Station Neapel, Bd. 14, Leipzig 1900.
4. CLEVE, P. T., Plankton from the Southern Atlantic and the Southern Indian Ocean, in: Öfv. K. Sv. Vet.-Akad. Förhandl. 1900, No. 8. Stockholm 1900; b) Plankton from the Red Sea, in: Ebenda No. 9; c) Plankton from the Indian Ocean and the Malay Archipelago, in: K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 35, No. 5. Stockholm 1901; d) Seasonal distribution of atlant. plankton organisms. Göteborg 1901; e) Derselbe, Additional notes, Göteborg 1902; f) Report on Plankton coll. b. Mr. THORILD WULFF during a voyage to and from Bombay, in: Arkiv för Zoologi utgif. af K. Sv. Vet.-Akad. Bd. I, Stockholm 1903.
5. OSTENFELD, C. und SCHMIDT, J., Plankton fra det Röde Hav og Adenbugten, in: Vidensk. Meddels. fra d. naturh. Foren. i Kjöbenhavn 1901.
6. SCHMIDT, J., Peridinales. Flora of Koh. Chang. Part IV, in: Bot. Tidsskrift, Vol 24, Copenhagen 1901.
7. OSTENFELD, C., Marine Plankton Diatoms. Flora of Koh. Chang. Part VII, in: Ebenda, Vol. 25. 1902.
8. LEMMERMANN, E., Die Algenflora der Sandwichs-Inseln, in: ENGLER, Bot. Jahrb. Bd. XXXIV, Berlin 1904.
9. OKAMURA, K. and NISHIKAWA, T., A list of the species of Ceratium in Japan, in: Annotationes Zoologicae Japonenses, Vol. V, Part 3, 1904.
10. SCHÜTT, F., Analytische Plankton-Studien, Kiel u. Leipzig 1892.
11. SYRSKI, Sulle masse glutinose (Diatomee) oss. n. part. settentr. dell' adriatico. Trieste 1872.
12. CORI, J. C., und STEUER, A., Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes in den Jahren 1899 und 1900, in: Zoolog. Anzeiger XXIV, 1901.
13. FALKENBERG, P., Die Algenflora des Golfes von Neapel, in: Mitt. d. zool. Station Neapel, Band 1, Leipzig 1879.]
14. CHUN, C., Aus den Tiefen des Weltmeeres, Jena 1900.

# 44. W. Zopf: Zur Kenntnis der Sekrete der Farne.

## I. Drüsensekrete von Gold- und Silberfarnen.

Mit einer Abbildung.

Eingegangen am 24. Mai 1906.

Bekanntlich sind die Wedel der Gattungen *Gymnogramme*, *Notochlaena*, *Cheilanthes* dadurch ausgezeichnet, dass sie an ihrer Unterseite zierliche Drüsenhaare bilden, deren kopfförmige Enden krystallinische Ausscheidungen erzeugen.[1])

Je nach den Spezies sind diese Abscheidungen gelb oder weiss. Da nun die Drüsen selbst massenhaft und dicht gedrängt auftreten, so nehmen die unteren Blattflächen ausgesprochen gelbe oder weisse Färbungen an, ein Umstand, der den Gärtnern Veranlassung gab, von Goldfarnen und Silberfarnen zu reden.

Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts herrschte die Anschauung, dass es sich bei den genannten Sekreten um wachsartige Substanzen handele.

Ihr trat in einer im Jahre 1851 vor der Berliner Akademie gelesenen Mitteilung[2]) KLOTZSCH mit der Behauptung entgegen, es lägen kampferartige, in heissem Wasser lösliche Körper von niederem Schmelzpunkt vor: Pseudo-Stearoptene, wie er sie nannte.

Etwa 25 Jahre später bezeichnete DE BARY (Anatomie S. 105) diese Ausscheidungsprodukte als harzartige Körper und die KLOTZSCH'schen Angaben „als jedenfalls revisionsbedürftig."

STRASBURGER dagegen (Lehrbuch, siebente Aufl. S. 87) fasst die weissen oder goldgelben Überzüge der Gymnogrammen als aus Körnchen oder Schüppchen einer „fettartigen" Substanz bestehend auf, während WIESNER (Elemente der Anatomie und Physiologie S. 85) sagt: „Die Beschläge auf den Gold- und Silberfarnen sind kristallinische Efflorescenzen einer und derselben gelben, seidenglänzenden, aber gewiss nicht zu echten Fetten (Glyceriden) gehörigen Substanz."

ENGLER in der letzten Auflage seines Syllabus (S. 65) bezeichnet die Sekrete der Gold- und Silberfarne, auf alte Anschauungen zurückgreifend, als „Wachsüberzug".

CZAPEK (Biochemie der Pflanzen I, 182) drückt die Vermutung

1) Vergl. die Abbildung in DE BARY's Anatomie, S. 105.

2) Über Pseudostearoptene, welche auf der Aussenseite der Pflanzen vorkommen. Monatsberichte der Berliner Akademie, Dez. 1851.

aus, dass „die Sekrete der Haare der Gold- und Silberfarne wohl nichts mit Wachs zu tun“ haben.

BLASDALE (JUST's Jahresber. 1893, Bd. I, 317) fand das Sekret von *Gymnogramme triangularis* bestehend aus einem Ceropten genannten, hellgelbe Kristalle von 135° Schmelzpunkt bildenden, nach $C_{15}H_{16}O_4$ zusammengesetzten Körper und einer amorphen, farblosen Substanz.

Aus diesen historischen Daten ersieht man, wie sehr die Ansichten über die Natur der in Rede stehenden Ausscheidungsprodukte geteilt sind.

Der Grund für diese Verschiedenheit liegt darin, dass noch niemand, mit Ausnahme von BLASDALE, diese Stoffe in unveränderter, reiner Form zur Darstellung brachte und sie in diesem Zustande einer näheren Untersuchung unterwarf.

Ich habe in den letzten Jahren in dieser Richtung Versuche angestellt, deren Resultate im folgenden teilweise mitgeteilt werden sollen.

Die benutzten Farne sind: *Gymnogramme chrysophylla*, *sulfurea*, *tartarea* und *calomelanos*.

Wie Vorversuche zeigten, sind die Sekrete durchaus nicht reichlich vorhanden. Hieraus ergab sich die Notwendigkeit, von jeder Spezies eine grössere Anzahl von Töpfen heranzuzüchten, was im Laufe von drei Jahren erreicht wurde.[1])

Um die Sekrete in unverändertem Zustande zu erhalten, wurde zum Ausziehen der übrigens ganz frischen Wedel ein vollkommen indifferentes Mittel, nämlich Äther, verwandt. Um nun nicht noch etwa andere Stoffe aus den Wedeln mitzubekommen, tauchte ich die Wedel, einen nach dem andern, nur einen Moment in den in einem grossen Becherglas befindlichen Äther ein.

Die Sekrete sind an den Drüsen in sehr fein verteiltem Zustande vorhanden und daher so leicht löslich, dass sie schon bei jenem kurzen Eintauchen vollständig weggelöst werden.

Von dem filtrierten ätherischen Auszuge wurde das Lösungsmittel abdestilliert, wobei man einen kristallinischen, gelb oder rotgefärbten oder einen farblosen Rückstand erhält, je nachdem man die eine oder die andere *Gymnogramme* verwandt hat.

Aus diesem Rückstand sind nun die Sekrete in geeigneter Weise zu isolieren.

## 1. Gymnogramme chrysophylla Kaulf.

Die Wedel dieser Spezies sind auf der Unterseite bekanntlich intensiv goldgelb. Im ganzen standen mir 80 Töpfe mit nahezu 1000 Wedeln zur Verfügung.

---

1) Der Inspektor des botanischen Gartens, Herr HEIDENREICH, hat sich dieser Kulturen in dankenswerter Weise angenommen.

In dem Destillationsrückstande des ätherischen Auszugs liessen sich zwei Körper nachweisen: ein chromroter kristallisierender und ein nahezu farbloser, wachsartiger.

### Der chromrote Körper (Gymnogrammen).

Um ihn aus dem genannten Gemisch zu isolieren, empfiehlt es sich, letzteres in nicht zu viel kochendem Benzol zu lösen, die dunkel goldgelb gefärbte Lösung heiss zu filtrieren und im bedeckten Kolben ein paar Tage stehen zu lassen. Hierbei scheidet sich die Hauptmenge des Gymnogrammens in Form von rosettenartigen Aggregaten glänzender Nadeln resp. Blättchen aus, die auf dem Filter gesammelt, mit kleiner Menge kalten Benzols von den Mutterlaugeresten befreit und auf dem Wasserbad getrocknet chromrot erscheinen und bei etwa 165° schmelzen.

Man reinigt den Körper am besten durch Auskochen mit Petroläther, sowie wiederholtes (4—5 maliges) Umkristallisieren aus kochendem Benzol, bis zur Konstanz des Schmelzpunktes (159°) Bei dieser Temperatur schmilzt das Gymnogrammen ohne Gasentwickelung zur gelben Flüssigkeit.

Beschaffenheit der Kristalle. Die Gymnogrammenkristalle werden aus allen Lösungsmitteln nur dann in roter Farbe erhalten, wenn sie langsam auskristallisieren, also relativ gut ausgebildet sind. Sobald sie aber in mikroskopisch feinsten Nädelchen auftreten, erscheinen sie in Masse rein gelb (goldgelb oder zitronen- bis selbst schwefelgelb), und das ist auch der Fall bei den an der Oberfläche der Drüsen befindlichen Nädelchen. Zertrümmert man wohlausgebildete Kristalle in der Reibschale, so sieht das Pulver ebenfalls goldgelb, auf weissem Papier durch Verreiben sehr fein verteilt sogar schwefelgelb aus.

Am besten ausgebildet zeigten sich die aus ätherischer Lösung gewonnenen Krystalle.

Herr Prof. Dr. BUSZ (Münster) hatte die Güte, sie krystallographisch zu untersuchen und mir folgendes darüber mitzuteilen:

„Die Kristalle treten in plattenförmigen, intensiv gefärbten Prismen auf. Sie gehören wahrscheinlich dem monoklinen Kristallsystem an, zu krystallographischen Messungen aber sind sie zu winzig. Vorherrschend war die bei A und D abgebildete Form eines nach einer Richtung verlängerten Sechseckes, an welchem auch rundliche, aber auf der Platte nicht senkrecht stehende Flächen beobachtet wurden.

Die Symmetrieebene steht senkrecht auf der Längsrichtung. Betrachtet man die Fläche *a*, nach der die Krystalle tafelförmig ausgebildet sind, als Orthopinakoïd $\infty P \infty$ (100), so kann man die schief dazu gelegene schmale Randfläche *c* als Basis oP (001) auf-

fassen und die beiden dachförmigen Flächen P als negative Pyramide $-P\ (11\bar{1})$.

Die Auslöschungsrichtungen liegen auf $\infty P \infty$ (100) parallel und senkrecht zu der Längsrichtung (bei A durch das Kreuz bezeichnet).

Die Krystalle sind vollkommen spaltbar nach der Symmetrieebene und nach der Basis (in B ist *s* ein Längsspalt, *s'* ein Querspalt).

Mitunter kommen Platten vor, die seitliche Rundung annehmen und nach den beiden Enden zu allmählich dünner und schmäler werden, was von der hohen Kante aus deutlich zu sehen ist (C).

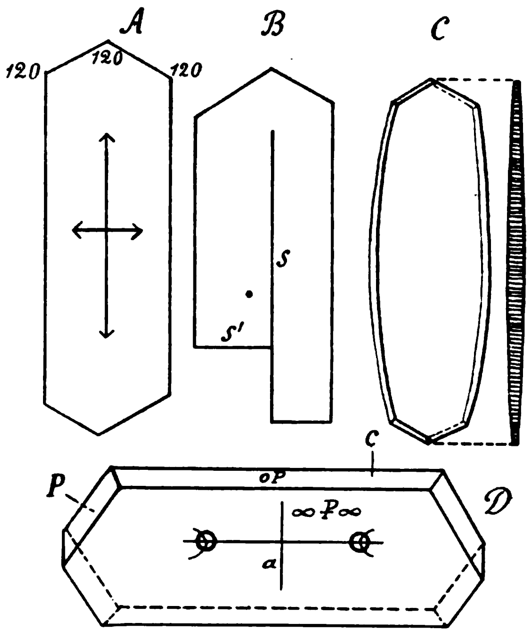



Fig. 1. Aus Äther langsam auskrystallisierte Formen des Gymnogrammens, 540fach.

Die Platten zeigen starken Pleochroïsmus: liegen sie nämlich mit ihrer Längsrichtung parallel dem Hauptschnitt des Polarisators, so erscheinen sie schwefelgelb, in der darauf senkrechten Richtung sind sie rotbraun.

Im konvergenten Lichte bieten etwas dickere Platten hübsche zweiachsige Interferenzfiguren. Die Ebene der optischen Achsen ist parallel der Längsrichtung des Krystalls. Die erste Mittellinie steht senkrecht auf dem Orthopinakoïd."

Wie Herr Geheimrat H. SALKOWSKI festzustellen die Güte hatte, ist das Gymnogrammen in der Chloroformlösung optisch inaktiv.

Löslichkeit. Das Gymnogrammen ist in Wasser, selbst beim Kochen, völlig unlöslich, in kaltem Aceton leicht, in kaltem absoluten

Alkohol mässig leicht, in heissem leicht, in kaltem Äther schwer, in kochendem etwas weniger schwer, in kaltem Chloroform schwer, in heissem ziemlich leicht, in kaltem Eisessig schwer, in heissem leicht, in kaltem Benzol sehr schwer, in kochendem schwer, in kochendem Benzin nicht löslich.

Von kaltem wässerigen Natriumbikarbonat wird es nicht gelöst, von wässeriger Sodalösung schwer und unter Zersetzung; von Ammoniak leicht mit orangegelber Farbe unter Zersetzung, die beim Erwärmen sehr schnell auftritt (an dem Verschwinden der orangegelben Farbe zu erkennen); von Kalilauge leicht und mit orangener bis roter Farbe, ebenfalls unter Zersetzung.

Nach dem Gesagten trägt das Gymnogrammen nicht den Charakter einer Säure.

Konz. Schwefelsäure löst mit intensiv goldgelber Farbe.

Elementaranalyse. Ein durch fünfmaliges Umkrystallisieren aus heissem Benzol von mir gereinigtes, bei 159° schmelzendes Präparat gab bei der von Herrn Dr. P. Rave (Münster) ausgeführten Elementaranalyse folgende Werte:

I. 0,1438 *g* lieferten 0,3607 $CO_2$, entsprechend 0,09837 C und 0,0703 $H_2O$, entsprechend 0,0078 H.

II. 0,0983 *g* lieferten 0,2471 $CO_2$, entsprechend 0,06739 C und 0,0453 $H_2O$, entsprechend 0,005033 H.

| | Berechnet für $C_{18}H_{18}O_5$ | Gefunden I | II | Mittel |
|---|---|---|---|---|
| C | 68,78 | 68,41 | 68,48 | 68,44 |
| H | 5,73 | 5,43 | 5,13 | 5,28 |

Die Molekulargewichtsbestimmung nach der Siedepunktsmethode ergab folgendes Resultat:

Als Lösungsmittel wurden angewandt 25,7351 *g* Aceton. Das hundertteilige Thermometer stellte sich ein auf 2,731°; 0,2658 *g* Substanz geben 0,051° Erhöhung; 0,4981 *g* Substanz geben 0,090° Erhöhung.

Molekulargewicht für I 343 für II 364,4. Obige Formel verlangt M = 314.

Sonstige Eigenschaften. Das Gymnogrammen hat einen angenehmen aromatischen Geruch. Die alkoholische Lösung reagiert neutral und wird durch Spuren von Eisenchlorid weinrot bis braunrot.

Schon durch blosses Lösen in kaltem Ammoniak, Barytwasser, wässerigem Ätznatron wird das Gymnogrammen gespalten, wie man schon an der Entfärbung der ursprünglich gelben Lösungen sieht.

Wird Gymnogrammen mit absolutem Alkohol am Rückflusskühler andauernd gekocht, z. B. 0,15 *g* mit 40 *ccm* Äthylalkohol

2 Stunden lang, so blasst die ursprünglich intensiv goldgelbe Lösung fast bis zur Farblosigkeit aus, und bei allmählichem Eindunsten in breiter Krystallisierschale entstehen hübsche, aus langen feinen Nadeln bestehende Rosetten eines völlig farblosen Körpers, den ich Gymnogrammidin nennen werde. Er lässt sich durch Umkrystallisieren aus heissem 70 proz. Alkohol reinigen und schmilzt bei 114—115° ohne Gasentwicklung. Er zeigt keinen aromatischen Geruch. In schwachem heissen Alkohol ist er leicht löslich, fällt aber beim Erkalten zum Teil aus.

Was endlich den Gehalt der *G. chrysophylla* an Gymnogrammen betrifft, so ist er trotz der intensiv goldgelben Färbung der Wedelunterseite gering, denn bei einem Versuche, bei dem 228 grössere und kleinere Wedel verwandt wurden, erhielt ich nur 2,06 g Roh-Gymnogrammen.

## Der wachsartige Körper.

Wird die benzolische Mutterlauge, aus der das Gymnogrammen ausfiel, sehr stark eingeengt, so scheidet sich beim mehrtägigen Stehen in der bedeckten Krystallisierschale ein Substanzgemisch aus, das, durch Absaugen an der Wasserluftpumpe von den dunklen harzigen Schmieren befreit, schmutzig rotgelb erscheint.

Behandelt man dieses Gemisch mit kochendem Petroläther, so lässt es sich in zwei Anteile zerlegen. Der eine Anteil bleibt als in Petroläther unlöslich zurück und stellt Gymnogrammen dar; der andere dagegen geht leicht in Lösung und kann abfiltriert werden. In dem Filtrat entsteht beim Erkalten noch eine sehr schwache Trübung, die man abfiltriert. Engt man nun das fast farblose Filtrat stark ein, so gewinnt man einen nahezu farblosen Körper.

Durch nochmaliges Umkrystallisieren aus heissem Petroläther gereinigt, schmolz er schon bei 63—64°. Sein Ansehen und seine Konsistenz sind wachsartig, d. h. dem Bienenwachs ähnlich. Lässt man seine Lösung im Benzol an der Luft allmählich eindunsten, so bildet sich an der Oberfläche der Flüssigkeit eine aus fettartig glänzenden Blättchen bestehende dicke Haut. Unter dem Mikroskop erscheinen die Blättchen farblos und zeigen keine bestimmte Form. Ich war daher zweifelhaft, ob man den Körper als kristallinisch oder als amorph bezeichnen soll. Allein die Blättchen erwiesen sich als optisch anisotrop.

In Äther, absolutem Alkohol, Petroläther ist der Körper in der Kälte sehr schwer, in der Wärme leicht löslich. Kaltes Benzol löst etwas besser als jene Mittel. Die alkoholische Lösung reagiert neutral und gibt mit Spuren von Eisenchlorid keine besondere Färbung.

## 2. Gymnogramme sulphurea Desv.

Bekanntlich ist die Unterseite der Wedel auch hier mit gelben Drüsen versehen. Zu der Untersuchung wurden etwa 300 Wedel benutzt.

Es ergab sich, dass auch dieser Farn Gymnogrammen erzeugt und daneben Wachs. Das Gymnogrammen war aber nicht so reichlich vorhanden wie bei *G. chrysophylla.* Zur Identifizierung des Gymnogrammens diente neben Schmelzpunkt, Löslichkeit und Kristallform die Darstellung des farblosen Gymnogrammidins.

## 3. Gymnogramme calomelanos Klfs.

Die Wedel scheiden auf der Unterseite ein silberweisses Drüsensekret ab. Zur Untersuchung dienten 219 Wedel, welche von 42 ziemlich kräftig entwickelten Pflanzen stammten.

Zur Gewinnung des Drüsensekretes wurde Äther benutzt und wie bei *G. chrysophylla* und *sulphurea* verfahren.

Der ätherische Auszug erschien fast farblos, kaum grünlich. Beim Abdestillieren erhält man eine weisse Kristallmasse, die durch eine gelbliche Substanz kaum verunreinigt ist.

Sie zeigt einen schwach kampferartigen Geruch. Durch wiederholtes Umkrystallisieren aus heissem Benzol, aus welchem sie beim Erkalten der Hauptmenge nach wieder ausfällt, liess sie sich von den anhängenden gelben Verunreinigungen befreien, wobei der Schmelzpunkt von 140° bis auf 141—142° hinaufging. Bei dieser Temperatur schmilzt die Krystallmasse ohne Gasentwickelung.

Aus heissem Benzol allein sowie aus Benzol plus Äther erhält man sie in winzigen Nädelchen.

In Äther ist der Körper sehr leicht löslich, desgleichen in Alkohol. Kochender Petroläther sowie kaltes Benzol lösen sehr schwer; von heissem Benzol wird die Krystallmasse besser gelöst.

Die alkoholische Lösung rötet nicht Lakmuspapier und wird durch Spuren von Eisenchlorid rot bis rotbraun. Konz. Schwefelsäure löst mit gelber Farbe.

Die Substanz erwies sich als stickstofffrei.

Ein Präparat, welches durch fünfmaliges Umkrystallisieren aus heissem Benzol gereinigt worden war und bei 141—142° schmolz, gab bei der von Herrn Dr. P. Rave (Münster) ausgeführten Elementaranalyse folgende Werte:

1. 0,1765 *g* gaben 0,4340 $CO_2$ entsprechend 1,11836 C, und 0,1020 $H_2O$ entsprechend 0,011333 H.

2. 0,2000 *g* gaben 0,4873 $CO_2$ entsprechend 0,1329 C, und 0,1100 $H_2O$ entsprechend 0,012222 H.

| | Berechnet für $C_{20}H_{22}O_6$ | Gefunden I | II | Mittel |
|---|---|---|---|---|
| C | 67,04 | 67,06 | 66,45 | 66,75 |
| H | 6,14 | 6,42 | 6,11 | 6,26 |

Ich werde die Substanz als Calomelanen bezeichnen.

Mit Wasser erhitzt spaltet sie sich, und es geht mit den Wasserdämpfen ein Spaltungsprodukt über, das ähnlich kampferartig riecht wie das Calomelanen selbst. Ich habe indessen dieses Spaltungsprodukt noch nicht näher prüfen können, da ich nur sehr wenig davon erhielt.

## Resultate vorstehender Untersuchungen.

Durch momentanes Eintauchen der Wedel von Goldfarnen (*Gymnogramme chrysophylla* und *sulphurea*) sowie von Silberfarnen (*G. calomelanos*) in ein völlig indifferentes Lösungsmittel (Äther) lassen sich die Drüsensekrete dieser Farne sofort hinweglösen und aus dem Destillationsrückstande leicht rein gewinnen.

Aus dem Destillationsrückstande des ätherischen Auszuges von *Gymnogramme chrysophylla* und *sulphurea* isolierte ich zwei Substanzen; die eine stellt einen schön roten (etwa chromroten, in feiner Verteilung mehr gelb aussehenden), gut kristallisierenden, aromatisch riechenden Körper, das Gymnogrammen, dar, welches bei 159° schmilzt und nach $C_{18}H_{18}O_5$ zusammengesetzt ist; die andere repräsentiert ein bei 63—64° schmelzendes, neutral reagierendes Wachs.

*Gymnogramme calomelanos* dagegen ergab einen farblosen, kristallisierenden, bei 141—142° schmelzenden, schwach kampferartig riechenden Stoff von der Zusammensetzung $C_{20}H_{22}O_6$, den ich Calomelanen nannte.

Auf dem roten bezw. gelben Gymnogrammen beruht zweifellos die gelbe Färbung der Drüsen von *Gymnogramme chrysophylla* und *sulphurea*, auf der Gegenwart des farblosen Calomelanens ebenso zweifellos die weisse Farbe der Drüsen von *Gymnogramme calomelanos*.

Das Gymnogrammen ist von dem nach $C_{16}H_{18}O_4$ zusammengesetzten, hellgelbe Kristalle vom Schmelzpunkt 135° bildenden Ceropten BLASDALE's, welches von den Drüsen der gelben *Gymnogramme triangularis* abgeschieden wird, durchaus verschieden.

Die Annahme WIESNER's, nach welcher „die Beschläge von Gold- und Silberfarnen von einer und derselben gelben, seidenglänzenden Substanz" herrühren sollen, ist demnach nicht mehr haltbar.

Dagegen hat WIESNER durchaus Recht, wenn er behauptet, dass die in Rede stehenden kristallisierenden Sekrete nicht zu den echten Fetten (Glyzeriden) gehören. Sie machen auf Papier weder

bleibende Fettflecke, noch geben sie mit Ätzalkalien schäumende Seifen. Die gegenteilige Annahme STRASBURGER's ist demnach hinfällig.

Das KLOTZSCH'sche Verfahren, die Sekrete der Gold- und Silberfarne durch Überdestillieren mit Wasser zu gewinnen, muss als durchaus verfehlt bezeichnet werden; denn bei diesem gewaltsamen Eingriff werden die oben genannten Körper vollständig zersetzt. Man darf sich daher nicht wundern, wenn KLOTZSCH dabei Substanzen vom Schmelzpunkt 50° erhielt, während die mit indifferenten Mitteln (Äther, Benzol) gewonnenen und gereinigten Sekrete bei 159° (Gymnogrammen) und bei 141—142° (Calomelanen) schmelzen.

Die Auffassung DE BARY's, wonach die gelben und weissen Sekrete der Gold- und Silberfarne „harzartige Körper" darstellen sollen, ist, wenigstens für die von mir untersuchten drei Spezies, unhaltbar.

Dass das bei 63—64° schmelzende Wachs, das ich bei der Ätherbehandlung von *Gymnogramme chrysophylla* und *sulphurea* mitbekam, wirklich den Drüsen dieser Farne angehört, wäre zwar möglich. Ich habe es indessen mikroskopisch nicht mit Sicherheit an den Drüsenköpfchen nachweisen können. Daher bleibt für mich einstweilen noch die andere Möglichkeit, dass es von den Epidermiszellen abgeschieden wird. An Menge steht es dem Gymnogrammen nach.

Weitere Untersuchungen über den Gegenstand hoffe ich später mitteilen zu können.

Münster, Botanisches Institut der Universität.

# BERICHTE

DER

# DEUTSCHEN

# BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

## VIERUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 6.

MIT TAFEL XIV—XV.

AUSGEGEBEN AM 25. JULI 1906.

BERLIN,

GEBRÜDER BORNTRÆGER,

1906.

# Inhaltsangabe zu Heft 6.



**Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:**

**Freitag, den 27. Juli 1906,**

abends 7 Uhr,

**im Hörsaale des Botanischen Museums,**

Grunewaldstr. 6/7.

# Sitzung vom 29. Juni 1906.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

---

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

**Brunn, Julius,** cand. rer. nat. aus Altona, z. Z. in **Leipzig,** Botanisches Institut der Universität (durch W. PFEFFER und C. CORRENS),

**Peters,** Dr., technischer Hilfsarbeiter in der Kaiserlichen Biologischen Anstalt in **Dahlem** (durch R. ADERHOLD und W. BUSSE).

Zum ordentlichen Mitgliede ist proklamiert Herr:

**Brunnthaler, Josef,** in **Wien.**

---

Der Sekretär Herr CARL MÜLLER gab als Schriftführer der in der Pfingstwoche in Marburg i. H. abgehaltenen Generalversammlung einen kurzen Bericht über den Verlauf derselben. Näheres bringt das demnächst erscheinende Generalversammlungsheft. Die auf der Versammlung gehaltenen wissenschaftlichen Vorträge sind zum Teil in dem vorliegenden Heft zum Abdruck gelangt.

---

# Mitteilungen.

---

## 45. W. Palladin und S. Kostytschew: Anaërobe Atmung, Alkoholgärung und Acetonbildung bei den Samenpflanzen.

(Vorläufige Mitteilung).

Eingegangen am 25. Mai 1906.

---

Jeder von uns ist zu verschiedener Zeit und auf Grund verschiedener Erwägungen zu einem und demselben Schluss gekommen: Die typische anaërobe Atmung ist mit der Alkoholgärung (Zymase-

gärung) nicht identisch[1]). Da nun diese unsere Anschauung mit der laufenden Vorstellung von dem Wesen der anaëroben Atmung in offenbarem Widerspruch steht, so ist es geboten, die Frage des Chemismus der anaëroben Atmung einer neuen experimentellen Untersuchung zu unterwerfen. Die Resultate dieser Untersuchung bilden den Inhalt der vorliegenden Abhandlung.

Dass voreingenommene Ansichten bei der Entwickelung der Lehre von der anaëroben Atmung der Pflanzen eine sehr wichtige Rolle gespielt hatten, scheint kaum zweifelhaft zu sein: diese Tatsache wird am besten dadurch erläutert, dass die Identität der anaëroben Atmung mit der Alkoholgärung im Verlauf von 25 Jahren (1872—1897) durch keinen einzigen direkten Versuch nachgeprüft und trotzdem von allen Fachgenossen als festgestellt betrachtet wurde. So haben z. B. PFEFFER[2]) und WORTMANN[3]) ihre wohlbekannten Theorien auf der Annahme gegründet, dass der Dissociationsprozess der Kohlenhydrate bei der anaëroben Atmung genau nach der Gleichung der Alkoholgärung erfolgt. Auch DIAKONOW[4]) hat sich folgendermassen ausgesprochen: „Ohne Sauerstoffatmung oder die sie vertretende Alkoholgärung findet kein Leben statt“. Derselbe Gedanke lag den Versuchen CHUDIAKOW's[5]) zugrunde. Nur durch die trefflichen Untersuchungen von GODLEWSKI und POLZENIUSZ[6]) wurde zuerst der Nachweis dafür geliefert, dass die anaërobe Atmung der Erbsensamen in allen wesentlichen Punkten mit der Zymasegärung übereinstimmt, denn das Verhältnis $CO_2 : C_2H_6OH$ bei der anaëroben Atmung der Erbsensamen entspricht der Gleichung $C_6H_{12}O_6 = 2CO_2 + 2C_2H_5OH$. Es ist aber den genannten Forschern nicht gelungen, die Anwesenheit eines gärungserregenden Enzyms in Erbsensamen festzustellen.

Späterhin hat GODLEWSKI[7]) nachgewiesen, dass die anaërobe Atmung der Lupinensamen ebenfalls mit der Alkoholgärung identisch ist.

Die Untersuchungen von GODLEWSKI und POLZENIUSZ wurden von NABOKICH[8]) wiederholt und fortgesetzt. Dieser Forscher hat

1) KOSTYTSCHEW, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. 22, 1904, S. 207. — KOSTYTSCHEW, Centralbl. für Bakt., II. Abt., Bd. 13, 1904, S. 490. — PALLADIN, Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. 47, 1906, S. 407.

2) W. PFEFFER, Landwirtsch. Jahrbücher, Bd. 7, 1878, S. 805.

3) WORTMANN, Arb. des bot. Inst. zu Würzburg, Bd. 2, 1880, S. 500.

4) DIAKONOW, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. 4, 1886, S. 1.

5) CHUDIAKOW, Landwirtsch. Jahrb., Bd. 23, 1894, S. 333.

6) GODLEWSKI und POLZENIUSZ, Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie, 1897, S. 267, und 1901, S. 227.

7) GODLEWSKI, Ebenda, 1904, S. 115.

8) NABOKICH, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. 21, 1903, S. 467. — NABOKICH, Journal für experim. Landwirtschaft, Bd. 4, 1903, S. 696, und Bd. 5, 1904, S. 305 (russisch).

gefunden, dass die anaërobe Atmung nicht immer mit der Alkoholgärung übereinstimmt. So schwankt z. B. $CO_2 : C_2H_5OH$ bei der anaëroben Atmung der *Ricinus*-Samen von 100 : 50 zu 100 : 80. Auch bei Erbsensamen wird der Gärungsquotient durch Einwirkung stark saurer Lösungen bis auf die Hälfte herabgedrückt. Nach den Untersuchungen STOKLASA's[1]) ist auch die anaërobe Atmung der Zuckerrübe mit der Alkoholgärung identisch. Dieser Forscher hat ausserdem die wichtige Tatsache hervorgehoben, dass ihm die Darstellung der Zymase .aus verschiedenen pflanzlichen und tierischen Objekten gelungen sei. Da aber eine ganze Reihe von Beobachtungen verschiedener Forscher den Angaben STOKLASA's widerspricht und schlagende Einwände gegen die Methodik des böhmischen Forschers seitens MAZÉ[2]) und PORTIER[3]) geltend gemacht worden sind, so können wir die Frage von der Darstellung der Zymase aus Samenpflanzen und Tiergeweben noch nicht für abgeschlossen halten. Schliesslich sei noch erwähnt, dass HAHN[4]) im Presssaft von *Arum maculatum* eine starke Glykolyse ohne gleichzeitige Alkoholbildung beobachtet hat. Das zuckerspaltende Agens von *Arum maculatum* ist also mit der Zymase nicht identisch.

Unsere eigenen Untersuchungen sind zum grössten Teil mit Hilfe der unlängst von einem von uns[5]) ausführlich beschriebenen Gefriermethode ausgeführt worden. Gefrorene Versuchsobjekte wurden in geräumige V-Röhren gebracht; alsdann wurde ein konstanter Strom von reinem Wasserstoff durch die Röhren geleitet[6]). Die von dem Versuchsmaterial ausgeschiedene $CO_2$ wurde in Barytwasser aufgefangen. War eine detaillierte Kenntnis des Ganges der enzymatischen Atmung wünschenswert, so wurde $CO_2$ direkt in PETTENKOFER'schen Röhren absorbiert; sonst wurde die Hauptmenge der $CO_2$ in einem grossen, mit 500 *ccm* Barytwasser beschickten Kolben zurückgehalten; das PETTENKOFER'sche Rohr diente dann nur zur Kontrolle. Um einer Verdunstung des Alkohols vorzubeugen, wurde zwischen dem V-Rohr und den Absorptionsgefässen eine in schmelzendes Eis getauchte und mit Wasser gefüllte Waschflasche eingeschaltet. Ein vollständiges Sterilbleiben des Versuchsmaterials wurde dadurch gesichert, dass letzteres möglichst locker im Rezipienten

1) STOKLASA, JELINEK und VITEK; HOFMEISTER's Beiträge, Bd. 3, 1903, S. 460. — STOKLASA und ČERNY, Ber. der Chem. Gesellsch. 1903, S. 622. — STOKLASA, PFLÜGER's Archiv 1904, S. 311; Centralbl. für Physiologie 1903, Bd. 16, S. 652, Bd. 17, 1903, S. 465.

2) MAZÉ, Annales de l'Institut PASTEUR 1904, S. 378, 535.

3) PORTIER, l. c. 1904, S. 633.

4) HAHN, Ber. der Deutschen Chem. Gesellsch. 1900, S. 3555.

5) PALLADIN, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1905, S. 240.

6) Die Wasserstoffdurchleitung wurde auch während der Nachtstunden nicht unterbrochen.

verteilt und mit einer mit Toluol getränkten Watteschicht bedeckt wurde; es befand sich folglich in einem fortwährend mit Toluoldämpfen gesättigten Gasstrome. Die Wasserstoffdurchleitung dauerte bis zum vollständigen Einstellen oder wenigstens bis zu einer sehr starken Unterdrückung der Kohlensäurebildung. Alsdann schritt man zur Bestimmung des gebildeten Alkohols. Zu diesem Zwecke wurde das Versuchsmaterial samt dem Wasser der Waschflasche in einen geräumigen Rundkolben gebracht, mit noch etwa 500 *ccm* destillierten Wassers versetzt und alles mehrfacher Destillation unterworfen, wobei jedesmal nicht weniger als die Hälfte der Flüssigkeit in die Vorlage überging. Bei der ersten Destillation wurde immer eine gewisse Menge Toluol in der Vorlage gefunden; dasselbe liess sich aber von der übrigen Flüssigkeit im Scheidetrichter leicht abtrennen. Die zweite Destillation erfolgte aus schwach saurer und die dritte aus schwach alkalischer Lösung. Zur Ansäuerung des ersten Destillates wurde Weinsäure, zur Alkalisierung des zweiten wurde Natriumkarbonat verwendet. Ohne Berücksichtigung dieser Vorsichtsmassregel wird man schwerlich ein ganz neutrales Destillat erhalten; meistens enthält es dann eine auf Kongorot alkalisch reagierende und durch Phosphorwolframsäure fällbare Substanz. Die Menge des gebildeten Alkohols wurde aus dem spezifischen Gewichte des vierten bezw. fünften Destillates ermittelt. Das spezifische Gewicht wurde mit Hilfe eines genauen, mehr als 30 *ccm* fassenden Pyknometers bestimmt. Sämtliche Füllungen des Pyknometers wurden bei 15,5° C. ausgeführt. Zur Identifizierung des Äthylalkohols dienten folgende Reaktionen:

1. Die Reaktion von BERTHELOT[1]), die folgendermassen ausgeführt wird: Man schüttelt die zu untersuchende Flüssigkeit mit einer ganz geringen Menge von Benzoylchlorid und überschüssiger Natronlauge bis zum Verschwinden des stechenden Geruchs des Benzoylchlorids. Bei Gegenwart des Äthylalkohols entwickelt sich der charakteristische Geruch des Benzoesäureäthylesters. Diese Probe hat den Vorzug, dass sie nur mit Äthylalkohol positiv ausfällt; ihre Empfindlichkeit lässt nichts zu wünschen übrig.

2. Die Jodoformprobe. Diese Reaktion haben wir immer nach der Modifikation von MÜNTZ[2]) ausgeführt, die, unseren Erfahrungen nach, die empfindlichste ist. 10 *ccm* des Destillates werden mit 2 *g* Natriumkarbonat und 0,1 *g* Jodpulver versetzt und dann auf dem Wasserbade bei 60° bis zur vollständigen Auflösung des Jods erwärmt. Nach dem Erkalten scheiden sich die charakteristischen

---

1) BERTHELOT, Comptes rendus 73, 496. (NEUBAUER und VOGEL, Analyse des Harns. 10. Aufl., 1898.)

2) MÜNTZ, Annales de chimie et physique. 5. série, tome 13, 1878, p. 543.

Kristalle des Jodoforms aus. Diese Probe ist zwar empfindlich, doch nicht ganz zuverlässig: sie fällt mit verschiedenen Substanzen positiv aus, von denen in erster Reihe Aldehyde und niedere Ketone in Betracht kommen, die sich auch im Destillat vorfinden können. Ist aber die Abwesenheit flüchtiger Aldehyde und Ketone im Destillat festgestellt, so eignet sich die Jodoformprobe zum Nachweis des Äthylalkohols in ganz ausgezeichneter Weise. Wir haben das Destillat jedesmal mit fuchsinschwefliger Säure geprüft, wodurch sich minimale Spuren von Aldehyden und Aceton entdecken liessen. Aus der nachfolgenden Darlegung wird ersichtlich sein, dass die Jodoformprobe allein für den Nachweis des Äthylalkohols ganz und gar belanglos ist. Nun gehen wir zur Beschreibung der einzelnen Versuche über.

## Versuch I.

20 *g* Zymin wurden mit so viel destilliertem Wasser versetzt, dass sich ein zähflüssiger Brei bildete. Mit diesem Brei wurden Fliesspapierstreifen bestrichen, welche sodann in einem geräumigen V-Rohr möglichst locker verteilt und mit einer mit Toluol getränkten Watteschicht bedeckt wurden. Durch das Rohr wurde dann ein konstanter Wasserstoffstrom geleitet.

| Zeitdauer in Stunden | $CO_2$ in *mg* | $CO_2$ pro 1 Stunde in *mg* |
|---|---|---|
| 2 | 116,8 | 58,4 |
| 2½ | 243,0 | 97,2 |
| 6 | 511,2 | 85,2 |
| 14 | 419,4 | 29,9 |
| 8½ | 131,2 | 15,4 |
| 14 | 73,2 | 5,2 |
| 2 | 6,0 | 3,0 |
| 49 | 1500,8 | — |

Die Menge des gebildeten Alkohols war 1511,3 *mg*. Da das Destillat nicht acetonfrei war[1]), so wurde es noch einmal mit Natriumbisulfit abdestilliert. Im letzten Destillat, das keine Acetonreaktion aufwies, war die Menge des Alkohols gleich 1500,3 *mg* gefunden. Folglich war der durch die Anwesenheit des Acetons verursachte Fehler ganz unbedeutend.

$$CO_2 : C_2H_6O = 1500,8 : 1500,3 = 100 : 100.$$

1) Das Aceton war im lufttrockenen Zyminpräparat reichlich vorhanden

Aus diesem Versuche ist ersichtlich, dass durch unsere Versuchsanstellung eine ganz genaue Bestimmung des gebildeten Alkohols ermöglicht wird; trotzdem, dass in diesem Versuche die Bedingungen zur Verdunstung des Alkohols sehr günstig waren, fand dennoch kein Verlust des Alkohols statt.

### Versuch II.

213 *g* frische etiolierte Stengelgipfel von *Vicia Faba* wurden mit einer beträchtlichen Menge destillierten Wassers versetzt und mehrfacher Destillation unterworfen. Das letzte Destillat gab folgende Reaktionen:

1. Reaktion mit fuchsinschwefliger Säure negativ. 2. Jodoformprobe nach MÜNTZ positiv. 3. Reaktion von BERTHELOT positiv.

Die quantitative Bestimmung ergab: $C_2H_6O$ = 58,2 *mg* (27,3 *mg* auf 100 *g* der Frischsubstanz).

Aus diesem Versuche in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von MAZÉ[1]) und POLOWZOW[2]) folgt, dass frische Pflanzen eine gewisse Menge Äthylalkohol enthalten. Daher ist eine quantitative Bestimmung des Alkoholgehaltes frischer Versuchsobjekte für unsere Zwecke unentbehrlich.

### Versuch III.

209 *g* etiolierte Stengelspitzen von *Vicia Faba* wurden erfroren und in den PETTENKOFER'schen Apparat gebracht. Temperatur 19°.

**Erfrorene Gipfel von Vicia Faba.** (Wasserstoffstrom.)

| Zeitdauer in Stunden | $CO_2$ in *mg* | $CO_2$ pro 1 Stunde in *mg* |
|---|---|---|
| 3 | 100,4 | 33,5 |
| 6 | 124,8 | 20,8 |
| 18 | 82,0 | 4,5 |
| 1½ | 6,4 | 4,3 |
| 28½ | 313,6 | — |

Alkoholbestimmung: Reaktionen des Destillates wie im Versuch 2. Die quantitative Bestimmung ergab: $C_2H_6O$ = 83,7 *mg*. $C_2H_6O$ in 209 *g* frischer Gipfel = 57,1 *mg*. Also von den erfrorenen Gipfeln wurde gebildet $C_2H_6O$ = 26,6 *mg*.

$$CO_2 : C_2H_6O = 313,6 : 26,6 = 100 : 8,4.$$

1) MAZÉ, Comptes rendus 128, 1899, S. 1608. Annales de l'Institut PASTEUR, 1902, S. 195.

2) POLOWZOW, Untersuchungen über die Pflanzenatmung, 1901 (russisch).

Durch diesen Versuch wird der Nachweis dafür erbracht, dass die anaërobe Atmung erfrorener etiolierter Stengelgipfel von *Vicia Faba* keine Alkoholgärung ist. Die von dem Versuchsmaterial gebildeten unbedeutenden Mengen Alkohol bleiben beinahe in den Grenzen der Versuchsfehler. Es darf nämlich nicht ausser acht gelassen werden, dass die zum Kontrollversuch benutzten Keimlinge nicht gleichzeitig mit den übrigen gezogen wurden.

### Versuch IV.

Samen von *Lupinus luteus* wurden im Verlauf von zwei Tagen unter einer dünnen Wasserschicht erweicht, dann abgeschält und in zwei Portionen geteilt. Die erste Portion (a) wurde zur Alkoholbestimmung unmittelbar, die zweite (b) nach vorhergehendem Erfrieren verwendet.

Portion a. 400 frische Lupinensamen (88 *g*) wurden zur Alkoholbestimmung verwendet. Das letzte Destillat gab folgende Reaktionen: 1. Reaktion mit fuchsinschwefliger Säure negativ. 2. Jodoformprobe nach MÜNTZ sehr schwach. 3. Reaktion von BERTHELOT sehr schwach. Das spezifische Gewicht der Flüssigkeit war gleich 1,0000. Die Menge des Alkohols war also unmessbar gering.

Portion b. 400 Lupinensamen (87 *g*) wurden erfroren und dann zur Alkoholbestimmung verwendet. Das erhaltene Destillat gab folgende Reaktionen: 1. Reaktion mit fuchsinschwefliger Säure negativ. 2. Jodoformprobe nach MÜNTZ sehr schwach. 3. Reaktion von BERTHELOT zweifelhaft. Die quantitative Bestimmung ergab, dass die Menge des Alkohols unmessbar gering war.

### Versuch V.

Samen von *Lupinus luteus* wurden im Verlauf von zwei Tagen unter einer dünnen Wasserschicht geweicht, dann abgeschält und in zwei Portionen zu je 500 Samen geteilt. Die eine Portion wurde unmittelbar in den PETTENKOFER'schen Apparat gebracht. Die zweite Portion wurde erst erfroren, dann ebenfalls in den PETTENKOFER-schen Apparat gebracht. Temperatur 20°. Wasserstoffstrom.

a) Lebende Samen. Versuchsdauer 24 Stunden. $CO_2 = 192{,}0$ *mg*. Das erhaltene Destillat gab folgende Reaktionen: 1. Reaktion mit fuchsinschwefliger Säure sehr schwach. 2. Jodoformprobe nach MÜNTZ positiv. 3. Reaktion von BERTHELOT positiv. Die quantitative Bestimmung ergab: $C_2H_6O = 174{,}0$ *mg*.

$$CO_2 : C_2H_6O = 192 : 174 = 100 : 90{,}6.$$

Dieses Resultat stimmt mit den Angaben GODLEWSKI's[1]) voll-

1) GODLEWSKI, Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie, 1904, S. 115.

kommen überein, der für die lebenden Samen von *Lupinus luteus* $CO_2 : C_2H_6O = 100 : 96$ gefunden hat.

b) Erfrorene Samen. Versuchsdauer 25 Stunden. $CO_2 = 84{,}0$ *mg*.

Das erhaltene Destillat gab folgende Reaktionen: 1. Reaktion mit fuchsinschwefliger Säure sehr schwach. 2. Jodoformprobe nach MÜNTZ positiv. 3. Reaktion von BERTHELOT zweifelhaft. Die quantitative Bestimmung ergab, dass die Menge des Alkohols unmessbar gering war (spezifisches Gewicht = 0,99998).

$$CO_2 : C_2H_6O = 84 : 0.$$

## Versuch VI.

Achttägige Keimlinge von *Lupinus luteus* (Länge des Hypokotyls 5—9 *cm*) wurden in drei Portionen geteilt. Die erste Portion (200 Keimlinge = 125 *g*) wurde unmittelbar zur Alkoholbestimmung verwendet. Die zweite Portion (220 Keimlinge = 140 *g*) wurde unmittelbar in den PETTENKOFER'schen Apparat (Wasserstoffstrom) gebracht. Die dritte Portion (350 Keimlinge = 217 *g*) wurde erst erfroren und dann ebenfalls in den PETTENKOFER'schen Apparat (Wasserstoffstrom) gebracht. Temperatur 20°.

a) Kontrollportion. Das erhaltene Destillat gab folgende Reaktionen: 1. Reaktion mit fuchsinschwefliger Säure negativ. 2. Jodoformprobe nach MÜNTZ positiv. 3. Reaktion von BERTHELOT positiv. Die quantitative Bestimmung ergab jedoch, dass nur Spuren von Alkohol im Destillat vorhanden waren.

b) Lebende Keimlinge. Versuchsdauer 23 Stunden. $CO_2 = 336{,}0$ *mg*. Die quantitative Bestimmung ergab, dass die Menge des Alkohols gleich 240,1 *mg* war. Da aber das letzte Destillat eine sehr starke Reaktion mit fuchsinschwefliger Säure gab, so wurde eine abgewogene Menge der Flüssigkeit mit Natriumbisulfit abdestilliert; das erhaltene Destillat wurde mit Natriumkarbonat neutralisiert und wieder abdestilliert. Das letzte Destillat gab folgende Reaktionen: 1. Reaktion mit fuchsinschwefliger Säure negativ. 2. Jodoformprobe nach MÜNTZ positiv. 2. Reaktion von BERTHELOT positiv. Die quantitative Bestimmung ergab:

$$C_2H_6O = 212{,}1 \text{ mg } CO_2 : C_2H_6O = 336 : 212{,}1 = 100 : 63{,}1.$$

c) Erfrorene Keimlinge. Versuchsdauer $23^1/_2$ Stunden. $CO_2 = 46{,}0$ *mg*. Das letzte Destillat gab folgende Reaktionen: 1. Reaktion mit fuchsinschwefliger Säure positiv. 2. Jodoformprobe nach MÜNTZ positiv. 3. Eine abgewogene Menge der Flüssigkeit wurde erst mit Natriumbisulfit und dann mit Natriumkarbonat abdestilliert. Das erhaltene Destillat gab folgende Reaktionen: 1. Reaktion mit fuchsinschwefliger Säure negativ. 2. Jodoformprobe nach MÜNTZ negativ. 3. Reaktion von BERTHELOT negativ. Das spezifische Ge-

wicht der Flüssigkeit war gleich 1,0000. Folglich war kein Alkohol im Destillat.

$$CO_2 : C_2H_6O = 46 : 0.$$

Aus den Versuchen mit Lupinensamen und Lupinenkeimlingen lässt sich folgendes schliessen: Die anaërobe Atmung lebender Lupinensamen ist mit der Alkoholgärung beinahe identisch. Die anaërobe Atmung lebender Lupinenkeimlinge ist zwar keine typische Alkoholgärung, doch entstammt auch in diesem Falle mehr als die Hälfte der $CO_2$ dem Prozess der Alkoholgärung. Die anaërobe Atmung erfrorener Lupinensamen und Keimlinge hat dagegen mit der Alkoholgärung nichts zu tun, da in diesem Falle überhaupt keine Alkoholbildung stattfindet.

## Versuch VII.

Im Wasser geweichte Weizenkeime. 247 *g* davon wurden unmittelbar zur Alkoholbestimmung verwendet. Eine andere Portion (100 *g*) wurde erfroren und in den PETTENKOFER'schen Apparat gebracht. Temperatur 19°.

**Erfrorene Weizenkeime.** (Wasserstoffstrom).

| Zeitdauer in Stunden | $CO_2$ in *mg* | $CO_2$ in 1 Stunde in *mg* |
|---|---|---|
| 5 | 187,8 | 37,6 |
| 2 | 76,0 | 38,0 |
| 2½ | 56,4 | 22,6 |
| 6 | 100,8 | 16,8 |
| 14 | 118,8 | 8,5 |
| 8½ | 72,8 | 8,5 |
| 20 | 138,0 | 6,9 |
| 23 | 94,4 | 4,1 |
| 16 | 56,4 | 3,5 |
| 97 | 901,4 | |

Alkoholbestimmungen:

a) Kontrollportion. Das erhaltene Destillat gab folgende Reaktionen: 1. Reaktion mit fuchsinschwefliger Säure positiv. 2. Jodoformprobe nach MÜNTZ positiv. 3. Reaktion von BERTHELOT positiv. Die quantitative Bestimmung ergab: $C_2H_6O = 104{,}9$ *mg*. Eine abgewogene Menge der Flüssigkeit wurde erst mit Natriumbisulfit, dann mit Natriumkarbonat abdestilliert. Das letzte Destillat gab folgende Reaktionen: 1. Reaktion mit fuchsinschwefliger Säure negativ.

2. Jodoformprobe nach MÜNTZ positiv. 3. Reaktion von BERTHELOT positiv. Die quantitative Bestimmung ergab: $C_2H_6O = 106{,}1$ *mg*. Die mit fuchsinschwefliger Säure reagierende Substanz war also in minimaler Menge vorhanden.

b) Versuchsportion. Das durch Destillation mit Natriumbisulfit und Natriumkarbonat gereinigte Destillat gab folgende Reaktionen: 1. Reaktion mit fuchsinschwefliger Säure negativ. 2. Jodoformprobe nach MÜNTZ positiv. 3. Reaktion von BERTHELOT positiv. Die quantitative Bestimmung ergab: $C_2H_6O = 879{,}2$ *mg*. $C_2H_6O$ in 100 *g* frischer Keime = 42,5 *mg*. Also von den erfrorenen Keimen wurde gebildet: $C_2H_6O = 836{,}7$ *mg*.

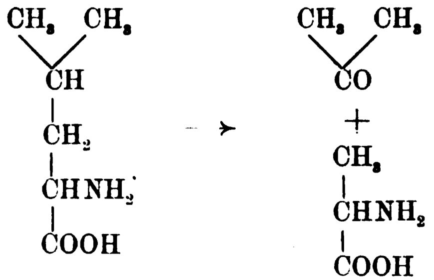
$$CO_2 : C_2H_6O = 901{,}4 : 836{,}7 = 100 : 92{,}8.$$

Die anaërobe Atmung erfrorener Weizenkeime ist also mit der Alkoholgärung beinahe identisch.

Der Rückstand der unter Zusatz von Natriumbisulfit ausgeführten Destillation wurde mit Natriumkarbonat zerlegt und wieder abdestilliert. Das erhaltene Destillat gab folgende Reaktionen: 1. Mit fuchsinschwefliger Säure rote Färbung. 2. Mit Nitroprussidnatrium in schwach alkalischer Lösung rote Färbung (LEGAL'sche Reaktion) 3. Mit Jodtinktur und $NH_3$ in der Kälte Jodoformbildung (GUNNING'sche Reaktion). 4. Mit Jodjodkalium und Natronlauge ausgiebige Jodoformausscheidung in der Kälte (LIEBEN'sche Reaktion). Durch diese Proben wird die Anwesenheit des Acetons im Destillat festgestellt.

Die Acetonbildung in erfrorenen Weizenkeimen erfolgt auch bei Sauerstoffzutritt.

Die Acetonbildung bei der Atmung ist eine in der tierischen Physiologie schon längst bekannte Tatsache[1]). In der letzten Zeit wurde u. a. eine nicht unwahrscheinliche Vermutung ausgesprochen[2]), dass Aceton bei der Oxydation des Leucins abgespalten wird.




1) Eine gute Zusammenfassung der Literatur über das Aceton findet man bei WALDVOGEL, Die Acetonkörper. Stuttgart 1903.

2) v. NOORDEN und EMBDEN, Centralblatt für die gesamte Physiologie und Pathologie 1906, S. 2. — EMBDEN, SALOMON und SCHMIDT, HOFMEISTER's Beiträge zur chem. Physiologie 1906, S. 213.

## Versuch VIII.

Samen von *Pisum sativum* wurden im Verlauf von 24 Stunden unter einer dünnen Wasserschicht erweicht, dann abgeschält und in zwei Portionen zu je 250 Samen geteilt. Die erste Portion (180 *g*) wurde zur Kontrolle verwendet, die andere (185 *g*) wurde erfroren und in den PETTENKOFER'schen Apparat gebracht. Temperatur 19°.

**Erfrorene Erbsensamen.** (Wasserstoffstrom).

| Zeitdauer in Stunden | $CO_2$ in *mg* | $CO_2$ pro Stunde in *mg* |
|---|---|---|
| 1½ | 39,2 | 26,1 |
| 2½ | 92,0 | 36,8 |
| 3½ | 108,2 | 30,9 |
| 12½ | 186,4 | 15,0 |
| 3 | 43,2 | 14,4 |
| 2½ | 27,2 | 10,9 |
| 3¾ | 30,0 | 8,0 |
| 17 | 80,4 | 4,8 |
| 7 | 36,8 | 5,2 |
| 21 | 79,6 | 3,8 |
| 22 | 56,4 | 2,6 |
| 21 | 48,0 | 2,3 |
| 117 | 827,4 | |

a) Kontrollportion. Die quantitative Bestimmung ergab: $C_2H_6O$ = 106,4 *mg*.

b) Versuchsportion. $C_2H_6O$ = 728,3 *mg*. $C_2H_6O$ in 250 frischen Samen = 106,4 *mg*. Von den erfrorenen Samen wurde gebildet: $C_2H_6O$ = 621,9 *mg*.

$$CO_2 : C_2H_6O = 827{,}4 : 621{,}9 = 100 : 75{,}2.$$

Also die anaërobe Atmung erfrorener Erbsensamen ist zum grössten Teil Alkoholgärung. Das Verhältnis $CO_2 : C_2H_6O$ entspricht jedoch nicht demjenigen, das von GODLEWSKI und POLZENIUSZ[1]) bei lebenden Erbsensamen gefunden wurde. Es scheint also nicht ganz unwahrscheinlich zu sein, dass durch die Einwirkung niedrigerer Temperatur eine totale Zerstörung der Erbsenzymase bewerkstelligt werden könnte. Derartige Versuche (unter Anwendung der flüssigen Luft) beabsichtigen wir zu unternehmen.

Obschon das in unseren Versuchen ausgeführte Erfrieren für die Zerstörung der Erbsenzymase (und Weizenkeimzymase) unzu-

1) GODLEWSKI und POLZENIUSZ, l. c. 1901, S. 227.

reichend war, waren die Samen dennoch getötet; ein Zeugnis dafür ist die Tatsache, dass das Verhältnis $CO_2 : C_2H_6O$ erfrorener Samen bei Sauerstoffzutritt dasselbe ist wie bei Sauerstoffabschluss. Bei der Sauerstoffatmung lebender Samen wird im Gegenteil eine nur unbedeutende Menge Alkohol gebildet.

Überblicken wir die Ergebnisse unserer Versuche, so ersehen wir eine vollkommene Bestätigung der von einem von uns bereits vor zwei Jahren ausgesprochenen Voraussetzung[1]): „Wenn so häufig von der Identität der anaëroben Atmung mit der Alkoholgärung gesprochen wird, so lässt sich dies wahrscheinlich dadurch erklären, dass .... eine Anzahl von Übergangstypen existiert, die gleichzeitig mit der anaëroben Atmung .... eine mehr oder weniger typische Alkoholgärung hervorzurufen imstande sind.“ Auch der andere von uns hat sich folgendermassen ausgesprochen[2]): „Der in gefrorenen Blättern sich abspielende anaërobe Prozess der Kohlensäurebildung hat nichts mit der Alkoholgärung gemein, da jener Prozess am energischsten in denjenigen Blättern verläuft, die keine Kohlenhydrate enthalten, ja sogar durch Einführung von Saccharose nur abgeschwächt wird.“

Die Hauptresultate unserer Untersuchung sind folgende:

1. Bei der anaëroben Atmung lebender Lupinensamen und Lupinenkeimlinge wird eine beträchtliche Menge Alkohol gebildet. Die anaërobe Atmung dieser Objekte ist also im wesentlichen mit der Alkoholgärung identisch. Bei der anaëroben Atmung erfrorener Lupinensamen und Lupinenkeimlinge findet überhaupt keine Alkoholbildung statt; auch bei der anaëroben Atmung erfrorener Stengelgipfel von *Vicia Faba* wurden keine nennenswerten Mengen Alkohol gebildet. Die anaërobe Atmung erfrorener Lupinenkeimlinge und Stengelgipfel von *Vicia Faba* hat also mit der Alkoholgärung nichts zu tun.

2. Bei der anaëroben Atmung lebender und erfrorener Erbsensamen und Weizenkeime findet eine beträchtliche Alkoholbildung statt. Die anaërobe Atmung dieser Objekte ist also zum grössten Teil Alkoholgärung. Durch das bei unseren Versuchen in Anwendung gebrachte Gefrieren wurden die genannten Pflanzen getötet, die in ihnen befindliche Zymase wurde jedoch nicht zerstört.

3. Die Meinung MAZÉ's, GODLEWSKI's und STOKLASA's bezüglich der Anwesenheit der Zymase bei Samenpflanzen wird durch unsere Versuche bestätigt. Es bleibt noch freilich dahingestellt, ob die Zymase der Samenpflanzen mit der Hefezymase identisch ist.

---

1) KOSTYTSCHEW, Centralblatt für Bakteriologie. II. Abt., 1904, S. 401.
2) PALLADIN, Zeitschrift für physiologische Chemie. 47, 1906, S. 417.

4. Bei der normalen und anaëroben Atmung lebender und erfrorener Pflanzen werden unter Umständen Aceton und andere mit fuchsinschwefliger Säure reagierende Substanzen gebildet.

Eine ausführliche Arbeit wird in der Zeitschrift für physiologische Chemie veröffentlicht.

St. Petersburg, Pflanzenphysiolog. Institut der Universität.

---

## 46. W. Zaleski: Über die Rolle der Enzyme bei der Umwandlung organischer Phosphorverbindungen in keimenden Samen.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 12. Juni 1906.

Untersuchungen verschiedener Forscher und hauptsächlich die von IWANOFF[1]) und ZALESKI[2]) haben gezeigt, dass sich die organischen Phosphorverbindungen während der Keimung der Samen unter Bildung von freien Phosphaten zersetzen.

Später hat IWANOFF[3]) einen Versuch ausgeführt, der seiner Meinung nach für die enzymatische Natur der obengenannten Prozesse spricht. Zu diesem Zwecke hat der Verfasser vier Portionen von den an der Luft getrockneten und fein gepulverten dreitägigen *Vicia*-Keimlingen in Kolben gebracht, mit Wasser unter Thymolzusatz versetzt und drei Tage der Autodigestion bei 25° unterworfen. Zur Kontrolle wurden zwei Gefässe vorläufig eine Viertelstunde lang im Wasserbade erhitzt. Nach beendigtem Versuche wurde $P_2O_5$ der Eiweissstoffe und Phosphate bestimmt. So z. B.:

| | Eiweiss-$P_2O_5$ | Phosphat-$P_2O_5$ |
|---|---|---|
| Gekocht . . . . . | 0,73 | 0,148 |
| Ungekocht . . . . | 0,44 | 0,550 |

IWANOFF hat daraus den Schluss gezogen, dass sich Nukleoalbumine und die löslichen organischen Phosphorverbindungen durch Enzyme unter der Bildung von Phosphaten zersetzen[4]).

1) IWANOFF, diese Berichte, Bd. XX, 1902.

2) ZALESKI, diese Berichte 1902.

3) IWANOFF, Über die Umwandlungen des Phosphors in der Pflanze im Zusammenhange mit der Eiweissverwandlung (russische Arbeit), 1905.

4) HARLAY hat vor IWANOFF beobachtet, dass Enzyme der keimenden Samen die Nukleoalbumine, z. B. das Kasein, zersetzen. Compt. rend. 1900, p. 623.

IWANOFF löst die Frage über die enzymatische Zersetzung der organischen Phosphorverbindungen nur durch einen einzigen Versuch, ohne zweifache Bestimmungen zur Kontrolle zu machen.

Weiter spricht IWANOFF die Voraussetzung aus, dass die Lecithinzersetzung, die während der Keimung der Samen vor sich geht, ebenfalls durch Enzyme verursacht ist. Zugunsten dieser Ansicht führt IWANOFF einen Versuch an, der seiner Meinung nach für die Zersetzungsfähigkeit des Lecithins durch Enzyme spricht. Es wurden 50 Kotyledonen von *Phaseolus multiflorus* im Wasserdampf sterilisiert, und dann wurden 25 von diesen mit Sporen von *Aspergillus niger* besät, die anderen aber getrocknet und zur Lecithin- und Gesamtphosphorbestimmung benutzt. Nach zehn Tagen wurde auch die erste Portion der Kotyledonen samt dem gewachsenen Mycel des *Aspergillus* getrocknet und analysiert:

| | Gesamt-$P_2O_5$ | Lecithin-$P_2O_5$ | Lecithin-$P_2O_5$ in Prozent der Gesamt-$P_2O_5$ |
|---|---|---|---|
| Kotyledonen ohne *Aspergillus* . . | 0,95 pCt. | 0,064 pCt. | 6,7 |
| „ mit „ . . | 1,11 „ | 0,034 „ | 3,0 |

IWANOFF hat daraus den Schluss gezogen, dass *Aspergillus* Lecithin enzymatisch zersetzt hat.

Es war ganz unnötig, die Fähigkeit des lebenden Organismus Lecithin zu zersetzen, durch einen neuen Versuch zu beweisen, da dies schon längst bekannt ist. In keinem Falle gewinnt die Voraussetzung der enzymatischen Lecithinzersetzung während der Keimung der Samen mehr an Beweiskraft, wenn wir eine solche für *Aspergillus* vermuten. Um die enzymatische Natur der Lecithinzersetzung durch *Aspergillus* oder keimende Samen zu begründen, wäre es nötig gewesen, die Wirkung des getöteten, nicht aber des lebenden Organismus zu studieren.

Wenn es a priori sehr wahrscheinlich ist, dass die chemischen Prozesse im Organismus durch Enzyme verursacht werden, so ist es doch nicht zulässig, ohne entsprechende Versuche über die enzymatische Natur irgend eines Prozesses nur aus dem Grunde zu reden, weil er im lebenden Organismus vor sich geht.

Die Voraussetzung der enzymatischen Natur der Lecithinzersetzung während der Keimung der Samen hat früher schon SCHULZE[1]) ausgesprochen, indem er sagt: „Man darf vermuten, dass in den Pflanzen die Lecithine, ebenso wie im Tierkörper, durch Enzyme gespalten werden.“

Es war ausserdem nicht erforderlich von seiten IWANOFF's, den Beweis für die enzymatische Zersetzungsfähigkeit des Lecithins durch

---

1) SCHULZE und WINTERSTEIN, Zeitschr. für physiolog. Chemie, Bd. 40, S. 117.

noch dazu nicht beweiskräftigen Versuch erbringen zu wollen, da dies schon KUTSCHER[1]), CORIAT[2]) und WALDVOGEL[3]) gezeigt haben.

Vor kurzem hat auch MAYER[4]) nachgewiesen, dass Steapsin und einige pflanzliche Enzyme Lecithin zersetzen können, aber zum Bedauern finden wir in dieser Mitteilung keine näheren Hinweise über die Enzyme, welche der Verfasser zu seinen Versuchen genommen hat.

Es ist der Zweck vorliegender Arbeit, die Natur der Verwandlungen, welche die organischen Phosphorverbindungen während der Keimung der Samen erleiden, zu studieren.

Zu diesem Zweck wurden die Keimlinge von *Lupinus angustifolius* in verschiedenen Altersstadien bei 37—39° C. getrocknet, gepulvert und das so erhaltene Mehl dann zu Autodigestionsversuchen genommen.

Es wurden die abgewogenen Mengen des Präparates in Gefässe eingeführt, mit sterilisiertem Wasser und Toluol versetzt und auf bestimmte Zeit bei 38—39° C. stehen gelassen. Zur Kontrolle wurden einige von diesen Gefässen eine Viertelstunde lang im Wasserbade erhitzt und nach Toluolzusatz wie jene bei denselben Bedingungen gestellt.

Nach beendigtem Versuche wurden die Eiweissstoffe durch 10 bis 15 Minuten langes Erhitzen im Wasserbade durch 0,2 pCt. Salzsäure ausgefällt, auf das Filter gebracht, mit derselben Säure gut ausgewaschen, getrocknet und zur Bestimmung des Eiweiss- und Lecithinphosphors zusammen benutzt. Parallel wurde der in oben beschriebener Weise aus einem anderen Versuchsgefässe erhaltene Niederschlag zur Lecithinentfernung 20mal mit kochendem absoluten Alkohol und 10mal mit Äther ausgewaschen, um den Eiweissphosphor allein zu bestimmen. Die Differenz im Phosphorgehalt zwischen dem ersten und zweiten Niederschlage weist auf die Menge des Lecithinphosphors hin. In einem weiteren Falle (Versuch IV) wurde das Lecithin aus dem in oben beschriebener Weise erhaltenen Niederschlage, der Eiweissstoffe und Lecithin enthält, nach SCHULZE's Methode[5]) extrahiert und nach Verdunstung der Lösung bestimmt.

Es ist richtiger, statt von Lecithin von Phosphatiden zu reden, wie dies WINTERSTEIN[6]) neuerdings tut.

Die Bestimmung des Eiweiss- und Phosphatidenphosphors ge-

---

1) KUTSCHER und LOHMANN, ibidem, Bd. 39.

2) CORIAT, Americ. Journ. Physiol., Vol. XII, 1904; zitiert nach CZAPEK, Biochemie der Pflanzen, Bd. II, S. 956.

3) WALDVOGEL, Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. 43.

4) MAYER, Berliner klinische Wochenschrift 1905.

5) SCHULZE und STEIGER, Zeitschrift für physiolog. Chemie, Bd. 13, und SCHULZE und FRANKFURT, Landwirtsch. Versuchsstat., Bd. 43.

6) WINTERSTEIN, Zeitschrift für physiolog. Chemie, Bd. 47.

schah nach NEUMANN's[1]) Verfahren durch Verbrennung mit Schwefel- und Salpetersäure in KJELDAHL's Kolben, worauf die ganz farblose Lösung mit destilliertem Wasser verdünnt, filtriert, mit Ammoniak neutralisiert und dann nach Salpetersäurezusatz nach der Molybdänmethode bestimmt wurde.

Das Filtrat des Eiweissniederschlages wurde in zwei Hälften geteilt. In einer Portion dieser Lösung wurden die anorganischen Phosphate nach Ammoniakzusatz mit Magnesiamixtur ausgefällt, auf dem Filter in Salpetersäure gelöst und nach der Molybdänmethode bestimmt. Die zweite Hälfte der oben genannten Lösung hatte, nachdem sie in KJELDAHL's Kolben eingedampft wurde, zur Bestimmung aller in salzsäurehaltigem Wasser löslichen Phosphorverbindungen gedient. Die auf organische wasserlösliche Phosphorverbindungen fallende Phosphormenge wurde aus der Differenz bestimmt.

Der Phosphor aller bestimmbaren Verbindungen wurde als $P_2O_5$ oder als P aus $Mg_2P_4O_7$ berechnet und dann in Prozenten der ursprünglichen Substanz (des Präparates) ausgedrückt.

### Versuch I.

Präparat aus zwei- bis viertägigen Keimlingen:

| Autodigestionsdauer | Eiweiss-$P_2O_5$ gekocht pCt. | Eiweiss-$P_2O_5$ ungekocht pCt. | Eiweiss-$P_2O_5$-Verlust in Prozent der anfänglichen Eiweiss-$P_2O_5$ pCt. |
|---|---|---|---|
| 9 Tage . . . . . . | 0,7622 | 0,4000 | — 47 |
| 13 „ . . . . . . . | 0,7618 | 0,2559 | — 66 |

### Versuch II.

Präparat aus drei- bis viertägigen Keimlingen. Autodigestionsdauer 13 Tage.

| | Gekocht pCt. | Ungekocht pCt. | Eiweiss-$P_2O_5$-Verlust in Prozent der anfänglichen Eiweiss-$P_2O_5$ pCt. |
|---|---|---|---|
| Eiweiss-$P_2O_5$ . . . . . | 0,7493 | 0,2431 | — 67 |
| Phosphatiden-$P_2O_5$ . . | 0,1051 | 0,0520 | — |
| Phosphat-$P_2O_5$ . . . | 0,2263 | 0,8258 | — |

### Versuch III.

Präparat aus zwei- bis viertägigen Keimlingen. Autodigestionsdauer 14 Tage.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Eiweiss-$P_2O_5$ . . . . . | 0,8001 | 0,3012 | — 62 |
| Phosphatiden-$P_2O_5$ . . | 0,1250 | 0,0603 | — |
| Phosphat-$P_2O_5$ . . . | 0,2005 | 0,8153 | — |

1) NEUMANN, ibidem, Bd. 37.

### Versuch IV.

Präparat aus zwei- bis viertägigen Keimlingen. Autodigestionsdauer 13 Tage.

| | Gekocht pCt. | Ungekocht pCt. |
|---|---|---|
| Phosphatiden-$P_2O_5$ | 0,1150 | 0,0540 |
| | 0,1141 | 0,0480 |

### Versuch V.

Präparat aus gequollenen Samen. Autodigestionsdauer 12 Tage.

| | | |
|---|---|---|
| $P_2O_5$ in organischen wasserlöslichen Verbindungen | 0,4203 | 0,3534 |
| Phosphat-$P_2O_5$ | 0,0175 | 0,6330 |

### Versuch VI.

Präparat aus gequollenen Samen. Autodigestionsdauer 13 Tage.

| | | |
|---|---|---|
| $P_2O_5$ in organischen wasserlöslichen Verbindungen | 0,4020 | 0,3210 |
| Phosphat-$P_2O_5$ | 0,0199 | 0,6820 |

Aus den angeführten Versuchen ist zu ersehen, dass die phosphorhaltigen Eiweissstoffe und Phosphatide (hauptsächlich Lecithin) sich durch Enzyme unter der Bildung anorganischer Phosphate zersetzen, da sie im ungekochten Präparate keine Veränderung erfahren.

Die löslichen organischen Phosphorverbindungen fallen einer enzymatischen Zersetzung anheim, da die Menge von Phosphaten, die bei der Autodigestion der Keimlinge sich ansammeln, etwas grösser ist, als die Menge der Phosphate, die durch Zerfall nur der Eiweissstoffe und Phosphatide entstehen könnte. In den Versuchen (V und VI) wurde die Zersetzung dieser Verbindungen direkt nachgewiesen.

Es gehen also auch bei der Autolyse der Keimlinge solche Phosphorumwandlungen vor sich, wie sie von IWANOFF[1]) und ZALESKI[2]) während der Keimung der Samen beobachtet wurden.

Es ist weiter interessant zu untersuchen, bis zu welcher Grenze die enzymatische Zersetzung der phosphorhaltigen Eiweissstoffe geht. Zu diesem Zweck müssen wir Keimlinge der späteren Altersstadien der Autodigestion unterwerfen, da bei der Autolyse der drei- bis viertägigen Keimpflanzen noch eine bedeutende Menge des Eiweissphosphors unzersetzt bleibt, was durch Zerstörung der Enzyme oder durch Anhäufung autiproteolytisch wirkender Stoffe erklärt werden könnte.

1) IWANOFF, l. c.
2) ZALESKI, l. c.

### Versuch VII.

Präparat aus 20- bis 22tägigen Keimlingen. Autodigestionsdauer 15 Tage.

| | Präparat pCt. | Gekocht pCt. | Ungekocht pCt. |
|---|---|---|---|
| Gesamt-P . . . . . . | 0,7665 | — | — |
| Eiweiss-P . . . . . . | 0,1304 | 0,1302 | 0,0151 |
| Vom Gesamtphosphor fallen auf: | | | |
| Eiweiss-P . . . . . . | 17 | 17 | 2 |

### Versuch VIII.

Präparat aus 20tägigen Keimlingen. Autodigestionsdauer 13 Tage.

| | Gekocht | Ungekocht |
|---|---|---|
| Gesamt-P. . . . . . | 0,8025 | — |
| Eiweiss-P . . . . . . | 0,1214 | 0,0200 |
| Vom Gesamtphosphor fallen auf: | | |
| Eiweiss-P . . . . . | 15,0 | 2,5 |

### Versuch IX.

Präparat aus 25tägigen Keimlingen. Autodigestionsdauer 13 Tage.

| | | |
|---|---|---|
| Gesamt-P . . . . . | 0,8210 | — |
| Eiweiss-P . . . . . | 0,1284 | 0,0155 |
| Vom Gesamtphosphor fallen auf: | | |
| Eiweiss-P . . . . . | 15,6 | 1,9 |

Die phosphorhaltigen Eiweissstoffe fallen unter Wirkung der Enzyme einer sehr starken Zersetzung anheim, da nur 2 pCt. des Eiweissphosphors unzersetzt bleiben. Ob sie noch weiter sich autolytisch zersetzen können, bleibt zu erforschen.

Die phosphorhaltigen Eiweissstoffe der Samen sind hauptsächlich Reservestoffe und haben allem Anscheine nach die Natur von Nukleoalbuminen (Phytovitellinen), was sehr wahrscheinlich geworden ist, seit Wiman[1]) Pseudonukleïn im Legumin nachgewiesen hat.

Die Eiweissabspaltung geht weit rascher vor sich, als die Verwandlung des Eiweissstickstoffes in andere Verbindungen. Wenn wir z. B. in den oben beschriebenen Versuchen den Eiweiss-N-Verlust in Prozenten des anfänglichen Eiweiss-N bestimmen, so bekommen wir Zahlen (— 47 pCt.), die weit geringer sind als solche für den Eiweiss-P-Verlust (— 88 pCt.).

Man könnte meinen, dass die Keimlinge verschiedene Eiweissstoffe enthalten, deren Zerfall mit verschiedener Intensität durch Enzyme bewirkt wird, was zur allmählichen Verminderung des Ge-

1) Wiman, Maly's Jahresbericht XXVII, 1897.

samteiweisses an Phosphor führt. Es scheint mir aber wahrscheinlicher, dass die Phosphorabspaltung aus Eiweissstoffen und die proteolytische Zersetzung derselben unabhängig voneinander stattfinden können, was aus folgenden Experimenten zu ersehen ist.

### Versuch X.

Präparat aus Achsenorganen 30tägiger Keimlinge. Autodigestionsdauer 14 Tage.

| | Gekocht pCt. | Ungekocht pCt. | Eiweiss-P-Verlust in Prozent des anfänglichen Eiweiss-P pCt. |
|---|---|---|---|
| Eiweiss-P . . . . | 0,0748 | 0,0185 | — 75,2 |
| Eiweiss-N . . . . | 1,277 | 1.276 | — |

### Versuch XI.

Präparat aus Achsenorganen 32tägiger Keimlinge. Autodigestionsdauer 13 Tage.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Eiweiss-P . . . . | 0,0820 | 0,0240 | — 70,7 |
| Eiweiss-N . . . . | 1,265 | 1,267 | — |

### Versuch XII.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Eiweiss-P . . . . | 0,0700 | 0,0175 | — 75,0 |
| Eiweiss-N . . . . | 1,285 | 1,289 | — |

In den angeführten Versuchen wurde nun eine enzymatische Phosphorabspaltung aus Eiweissstoffen ohne Zersetzung der Stickstoff führenden Bestandteile derselben beobachtet, da die Menge derselben nur in der Fehlergrenze der Analyse schwankt.

Man kann vermuten, dass die Keimlinge ein besonderes Enzym enthalten, dessen Wirkung sich in der Eiweissabspaltung äussert, da proteolytische Fermente, z. B. Pepsin und Trypsin, bei dem Zerfall von phosphorhaltigen Eiweissstoffen einen Rest mit höherem Phosphorgehalt zurücklassen.

Man kann sich aber auch vorstellen, dass es die Wirkung eines und desselben Enzymes ist, das je nach Umständen nur eine Phosphorabspaltung aus Eiweissstoffen ohne die Zersetzung der stickstoffhaltigen Teile derselben ausführen kann.

Es ist die weitere Aufgabe des Verfassers, die Enzyme, welche die Umwandlungen der organischen Phosphorverbindungen während der Keimung der Samen bedingen, näher zu studieren.

Charkow, Pflanzenphysiologisches Kabinet.

# 47. W. Zaleski: Zur Frage über den Einfluss der Temperatur auf die Eiweisszersetzung und Asparaginbildung der Samen während der Keimung.

Eingegangen am 12. Juni 1906.

ZASKOWSKY[1]) hat zuerst eine Abhängigkeit zwischen Asparaginbildung und Temperatur nachgewiesen. Nach seinen Untersuchungen nimmt die Energie der Asparaginbildung mit der steigenden Temperatur zu.

Später studierte PRIANISCHNIKOW[2]) den Einfluss der Temperatur auf die Eiweisszersetzung und Asparaginbildung in Erbsenkeimlingen. Aus seinen Versuchen, die fünf Tage dauerten, ist zu ersehen, dass Eiweissabnahme und Asparaginzunahme mit der steigenden Temperatur zunehmen. So z. B.:

| | bei 22,5° C. | bei 28° C. | bei 35—36° C. |
|---|---|---|---|
| Eiweissverlust . | 14,01 | 20,28 | 22,00 |
| Asparaginbildung | 0,40 | 3,06 | 4,85 |

Nach Meinung des Verfassers existiert kein Temperaturoptimum für die oben genannten Prozesse, sondern die Energie derselben nimmt bis zur Tötungstemperatur zu.

PRIANISCHNIKOW hat aber schon gekeimte Erbsenkeimlinge genommen, es waren auch seine Versuche von zu kurzer Dauer und schliessen deshalb die Möglichkeit einer Reizwirkung, die mit dem Temperaturwechsel eintreten konnte, nicht aus.

Es ist deshalb wünschenswert den Gang der Eiweisszersetzung und der Asparaginbildung vom Beginn der Keimung bei den verschiedenen Temperaturen zu verfolgen, da wir in diesem Falle die Temperaturwirkung auf die oben genannten Prozesse weit eingehender studieren können.

Zu unseren Versuchen wurden Samen von *Lupinus angustifolius* in mit Wasser gewaschenen und dann geglühtem Sande bei verschiedenen Temperaturen gezogen. Zu diesem Zweck wurde der Sand locker in die mit einer Anzahl Öffnungen versehenen Kästen eingeführt, um den Keimlingen bessere Aëration zu schaffen.

Vor der Aussaat wurden die Samen in sterilisiertem Wasser

---

1) ZASKOWSKY, Die Keimung der Kürbissamen in chemischer Beziehung, 1874 (russ. Arbeit).

2) PRIANISCHNIKOW, Über den Einfluss der Temperatur auf die Energie des Eiweisszerfalles. Diese Berichte 1900.

von entsprechender Versuchstemperatur bis zum Austritt der Wurzel quellen gelassen. Nach der Samenaussaat wurden die Kästen in den Eisschrank, in Zimmer und sehr geräumige Thermostaten bei Abschluss des Lichtes gestellt, und dann wurden die Keimpflanzen während des Versuches mit sterilisiertem Wasser von entsprechender Temperatur begossen.

Nach gewissen Intervallen wurden Keimlinge von gleicher Grösse aus dem Sande genommen, sorgfältig von diesem befreit und bei 60—70° C. getrocknet.

Im getrockneten Versuchsmaterial wurde der Stickstoff der nach STUTZER's Methode ausgefällten Eiweissstoffe und der des Asparagins nach SACHSSE's Methode bestimmt und in Prozenten des Gesamtstickstoffes berechnet. Die SACHSSE'sche Methode der Asparaginbestimmung liefert ganz brauchbare Resultate bei Anwendung auf die Keimpflanzen von Lupinen, wie schon SCHULZE und MERLIS gezeigt haben.

Das Alter der Keimlinge gilt vom Momente der Befeuchtung der Samen.

### Versuch I.

Die Samen wurden im Eisschrank bei 3—4° C. gezogen.

| Tage der Keimung | Eiweiss-N pCt. | Asparagin-N pCt. |
|---|---|---|
| 7 | 94,5 | 1,8 |
| 9 | 93,3 | 2,1 |
| 15 | 85,3 | 6,2 |
| 25 | 75,4 | 13,0 |
| 27 | 71,5 | 16,5 |
| 32 | 62,9 | 23,3 |

### Versuch II.

Die Samen wurden im Eisschrank bei 5—6° C. gezogen.

| | | |
|---|---|---|
| 32 | 50,9 | 34,0 |
| 33 | 49,1 | 36,2 |
| 38 | 36,6 | 46,2 |
| 39 | 34,8 | 49,7 |
| 44 | 26,8 | 53,7 |
| 51 | 20,2 | 59,4 |

### Versuch III.

Die Samen wurden im Zimmer bei 16—18° C. gezogen.

| | | |
|---|---|---|
| 3 | 93,4 | 1,5 |
| 5 | 84,2 | 7,5 |
| 7 | 64,2 | 26,1 |

| Tage der Keimung | Eiweiss-N pCt. | Asparagin-N pCt. |
|---|---|---|
| 8 | 56,2 | 31,4 |
| 10 | 46,4 | 35,4 |
| 11 | 42,3 | 42,0 |
| 12 | 39,2 | 45,6 |
| 17 | 26,1 | — |
| 20 | 20,0 | 59,6 |
| 24 | 20,1 | 64,5 |

## Versuch IV.

Die Samen wurden in Thermostaten bei 35—36° C. gezogen.

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 8,17 | 7,8 |
| 4 | 66,1 | 22,0 |
| 6 | 40,0 | 44,3 |
| 7 | 32,9 | 52,8 |
| 10 | 20,6 | 59,5 |
| 12 | 17,0 | 65,5 |

Aus den angeführten Versuchen geht hervor, dass die Temperatur einen Einfluss nur auf die Geschwindigkeit der Eiweisszersetzung und Asparaginbildung ausübt, ohne dabei den Charakter dieser Prozesse zu ändern.

Im ganzen zersetzen resp. bilden sich die gleichen Quantitäten der Eiweissstoffe und des Asparagins während der Keimung der Samen bei den verschiedenen Temperaturen nur mit dem Unterschiede, dass diese Prozesse für die betreffenden Temperaturen mit verschiedener Geschwindigkeit verlaufen. So z. B. wurden je 75 pCt. der Eiweissstoffe unter Bildung von 58 pCt. Asparagin zersetzt und zwar bei 5° C. nach 50, bei 17° C. nach 20 und bei 36° nach 10 Tagen der Keimung. Wenn wir aus diesen Zahlen die täglichen Schnelligkeiten des Eiweissverlustes und der Asparaginzunahme berechnen, so sehen wir, dass sie untereinander in den Beziehungen 1 : 2,5 : 5 stehen, was der VAN'T HOFF'schen Regel für chemische Reaktionen entspricht, nach welcher die Reaktionsgeschwindigkeit bei chemischen Vorgängen durch eine Temperaturerhöhung von 10° C. verdoppelt bis verdreifacht wird.

Demgegenüber hat die Temperatur keinen qualitativen Einfluss auf die Eiweissumwandlung während der Keimung der Samen, da das Verhältnis der Eiweissstoffe zum gebildeten Asparagin bei den verschiedenen Temperaturen nahezu das gleiche bleibt. So z. B. kommt auf 20 pCt. Eiweissstickstoffe bei Keimlingen, die bei den verschiedenen Temperaturen gezogen wurden, dieselbe Menge des Asparaginstickstoffs, nämlich 50—65 pCt. Wenn im Versuche bei 36°

der Eiweissstickstoff in den Keimlingen bis auf 17 pCt. gesunken ist, so erklärt sich dies augenscheinlich durch Eintritt eines krankhaften Zustandes.

Es drängt sich die Vermutung auf, dass die Asparaginbildung gleich der Eiweisszersetzung einen enzymatischen Vorgang darstellt, Die proteolytische Zersetzung der Eiweissstoffe liefert ein Material, das in unbekannter Weise zur Asparaginbildung verbraucht wird. Unsere Versuche zeigen, dass diese Umwandlung der Zerfallsprodukte von Eiweissstoffen in Asparagin, wenigstens in den letzten Stadien der Keimung, ohne gleichzeitige Eiweisszersetzung, was schon MERLIS[1]) nachgewiesen hat, unabhängig von verschiedenen Temperaturen stattfindet.

Es ist die weitere Aufgabe des Verfassers, die Natur des Asparaginbildungsprozesses eingehender zu studieren.

Charkow, Pflanzenphysiologisches Kabinet.

---

## 48. A. Burgerstein: Zur Holzanatomie der Tanne, Fichte und Lärche.

Eingegangen am 12. Juni 1906.

Jüngst fand ich im Botan. Jahresb. (Jahrg. XXX, 2. Abt., S. 737) ein mit „W. G.“ signiertes Referat über meine Abhandlung: „Mikroskopische Untersuchungen prähistorischer Hölzer des k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien“ (Annal. des k. k. naturh. Hofm. XVI., Bd. 1901, S. 170), das mit den Worten schliesst: „Seite 172 wird eine anatomische Bestimmungstabelle für *Taxus baccata*, *Abies pectinata*, *Juniperus communis*, *Picea excelsa*, *Larix decidua*, *Pinus silvestris*, *P. Laricio* und *P. Cembra* gegeben, die indes mehrere Unrichtigkeiten enthält, namentlich betreffs *Picea* und *Larix*.“

Da ich auf Grund langjähriger Literaturstudien und eigener Beobachtungen den anatomischen Holzbau der genannten acht Coniferen zu kennen glaube, über die mikroskopische Holzstruktur von *Picea excelsa* und *Larix europaea* als Ergebnis sehr eingehender Untersuchungen sogar eine förmliche Monographie veröffentlicht habe[2]), so

1) MERLIS, Landwirtschaftliche Versuchsstationen XLVIII, 1897.

2) Vergleichend-anatomische Untersuchungen des Fichten- und Lärchenholzes (Denkschr. d. Kais. Akad. der Wissensch. Wien, 60. Bd. 1893).

war ich begreiflicherweise über das angebliche Vorkommen mehrerer Unrichtigkeiten in meiner kleinen, einem speziellen Zwecke dienenden Bestimmungstabelle sehr verwundert, und ich schrieb daher an den Rezensenten „W. G.“, Herrn Dr. WALTHER GOTHAN in Berlin, mir gefälligst alle jene Unrichtigkeiten mitzuteilen. Nach dem Inhalte seines Antwortschreibens sind es angeblich die folgenden zwei:

1. Bezüglich der Markstrahlen von *Abies pectinata* sage ich in meiner Tabelle unter anderem: „Leitzellen (Parenchymzellen) mit den Tracheïden durch viele hoflose Tüpfel verbunden.“ Darauf bemerkt Herr GOTHAN: „Eine solche Hoflosigkeit kann man bei *Abies pectinata* nur im typischen Frühholz konstatieren, und auch hier ist sie lange nicht so typisch, wie bei den holzparenchymführenden, nächstverwandten *Cedrus* und *Pseudolarix*.“

Zunächst konstatiere ich, dass ich in meiner von GOTHAN rezensierten Abhandlung nirgends behauptet habe, dass eine solche Tüpfelung der Markstrahlzellen, wie sie die Tanne zeigt, nicht auch bei anderen Nadelhölzern vorkommt, wie es mir auch vollkommen fern lag, eine xylotomische Bestimmungstabelle sämtlicher Coniferengattungen zu geben. Nach einer kurzen, mikroskopischen Prüfung der mir damals vom Hofmuseum übergebenen Holzproben von Gebrauchsgegenständen aus dem Hallstädter Salzbergwerke wusste ich, dass es sich rücksichtlich der Coniferen nur um die Gattungen: *Abies*, *Picea*, *Larix*, *Taxus*, *Juniperus* und *Pinus* aus den Sektionen *Pinaster* und *Strobus* handeln könne.

Was übrigens *Cedrus* betrifft, so ist diese Gattung holzanatomisch von sämtlichen anderen Coniferen durch die fein ausgezackten Tüpfelschliesshäute der Strangtracheïden leicht und sicher zu unterscheiden. Ausserdem haben bekanntlich Cedernhölzer an den Kanten der Markstrahlen Quertracheïden und sind also auch durch dieses Merkmal von Tannenhölzern unterscheidbar; dass *Pseudolarix* holzanatomisch der Gattung *Abies* sehr nahe steht, habe ich erst unlängst (im 4. Hefte dieser Berichte) gezeigt; dass aber die Keltischen Bergleute Hallstadt's das Holz dieses, 1845 von FORTUNE in China entdeckten Baumes irgendwie technisch verwendet hätten, ist ganz ausgeschlossen.

Es muss indes jeder, der die anatomischen Verhältnisse des Holzes von *Abies* kennt, zugeben, dass in den Markstrahlen keine Quertracheïden, sondern nur Parenchymzellen vorkommen, die an den Radialwänden entweder rein hoflose Tüpfel, oder scheinbar behöfte Tüpfel besitzen, d. h. ebenfalls einfache, i. e. hoflose Tüpfel, die durch das gleichortige Vorkommen der „korrespondierenden“ Strangtracheïdentüpfel scheinbar wie behöfte Hüpfel aussehen. Von einer Unrichtigkeit meinerseits kann also keine Rede sein.

2. Die Gattungen *Picea* und *Larix* habe ich in meiner schon erwähnten Bestimmungstabelle zusammengefasst und als Fussnote beigefügt: „Die Frage, ob eine vorliegende Holzprobe Fichten- oder Lärchenholz sei, lässt sich mit Sicherheit in einzelnen Fällen leicht, in anderen wieder nur schwer entscheiden; letzteres insbesondere dann, wenn nur ein kleines (substanziell vielleicht schon verändertes) Holzfragment vorliegt und die Provenienz, ob Wurzel-, Schaft- oder Astholz, ob älteren oder jüngeren Jahresringen angehörig, nicht bekannt ist."

Herr GOTHAN schrieb mir, *Picea* und *Larix* seien unter allen Umständen durch das bei *Larix* am Ende jedes Jahresringes auftretende Holzparenchym leicht zu unterscheiden. In GOTHAN's Abhandlung[1]: „Zur Anatomie lebender und fossiler Coniferenhölzer" heisst es auch S. 61: „*Larix* ist ähnlich *Picea* gebaut, hat aber am Ende des Jahrringes (als Endzellen) ständig schmales Holzparenchym. Die Spiralen des Spätholzes sind etwas locker; die Markstrahlen sind im älteren Holze stellenweise zweireihig. Nach dem Gesagten sind die Unterschiede zwischen *Larix* und *Picea* ganz einfach und handgreiflich".

Zur Erheiterung des Lesers fügt GOTHAN bei: „Für die fossilen Hölzer ist es ein Glück, dass sich die Unterscheidungsmerkmale zum Teil am Spätholz erkennen lassen, das meist am besten konserviert ist."

Was die Streifung der Spätholztracheïden der Fichte und Lärche betrifft, so habe ich auf Grund von Hunderten mikroskopischer Schnitte, die ich sah, folgendes konstatiert: Im Schaft- und Astholz beider Nadelhölzer ist die Streifung der Tracheïdenwand in der Regel nur bis in den 10.—20. Jahresring deutlich bemerkbar; in später gebildeten Jahreszuwächsen wird sie schwächer und verliert sich endlich, je nach der Provenienz des Holzes, früher oder später ganz. Im Lärchenholze ist die Streifung im allgemeinen stärker (derber) und setzt sich von der Markscheide aus durch eine grössere Zahl von Jahresringen fort als bei der Fichte. Für Wurzelholz hat sich ergeben, dass die Strangtracheïden in der Regel überhaupt nicht gestreift sind. Bei 47 von mir untersuchten Jahreszuwächsen verschiedener Fichten bemerkte ich nur in vier, und bei 41 Jahresringen von Lärchenwurzeln nur in drei Jahresringen eine sehr schwache Streifung in den innersten Jahresringen. Daraus ergibt sich, dass die feinen Wandspiralen des Spätholzes, selbst wenn diese bei der Lärche „etwas lockerer" wären, als diagnostisches Merkmal nicht benützt werden können.

---

1) Inaug.-Diss. der Univers. Jena 1905; ferner Abhandl. der Kgl. Preuss. Geolog. Landesanstalt 1905, Heft 44.

Was die Markstrahlen betrifft, so ist es allgemein bekannt, dass bei der Fichte ebenso gut wie bei der Lärche neben einschichtigen Markstrahlen auch solche auftreten, die in der mittleren Region in der Tangentialansicht zweireihig (partiell zweischichtig) erscheinen.

Es bliebe demnach als xylotomischer Unterschied zwischen Fichte und Lärche nur das ständige Vorkommen von Holzparenchym am Ende des Jahresringes bei der Lärche.

GOTHAN lehnt sich hier an GÖPPERT an, was aus der folgenden Stelle in GOTHAN's Abhandlung hervorgeht: „Weit unsicherer und komplizierter werden diese Verhältnisse jedoch noch dadurch, dass gewisse Hölzer am Ende des Jahrrings (d. h. als Endzellen) auch noch innerhalb der Spätholzzone ständig abwechselnd mit den Hydrostereïden, Holzparenchym besitzen. Von *Larix* und *Cedrus* war das schon GÖPPERT (Monogr. der foss. Coniferen, S. 48) bekannt."

An der betreffenden Stelle der GÖPPERT'schen Monographie heisst es: „Seltener sind sie (die „einfachen Harzgefässe") in der nächsten Umgebung der Harzgänge; bei *Cedrus* und *Larix* ausserdem in der äussersten Zellschicht jeder Jahreslage, hier aber nur vereinzelt und so klein, dass man sie im fossilen Zustande wohl kaum nachzuweisen imstande sein wird". Auf Tafel 3 (Fig. 2) bildet GÖPPERT einen Querschnitt durch *Larix*-Holz ab, in welchem ein solches „einfaches Harzgefäss" mitten im Spätholz (also nicht als äusserste Zellschicht oder am Ende des Jahresringes) erscheint. Auf Tafel 5 (Fig. 5) sieht man auf einem Radialschnitt von *Larix* zwei Reihen von „Harzgefässen" etwa an der Grenze zwischen Früh- und Spätholz desselben Jahresringes; sie enthalten weder Harz noch Stärke, und ihre Wände sind genau mit denselben Hoftüpfeln (die, nebenbei bemerkt, GÖPPERT mit 3 bis 4 konzentrischen Kreisen zeichnet) bedeckt, wie die der übrigen Frühtracheïden. Man sieht allerdings Querwände; das Ganze macht etwa den Eindruck von Strangtracheïden mit Balkenbildung, keineswegs aber den von Holzparenchym.

Wie hoch übrigens GOTHAN selbst verschiedene Beobachtungen von GÖPPERT taxiert, zeigen bespielsweise folgende zwei Stellen bei GOTHAN (S. 56): „Schon die Durchsicht der Coniferen, die GÖPPERT in seiner Tabelle als gleichgebaut angibt, muss den Wert seiner Angaben ins richtige Licht setzen." Ferner (S. 44):

„GÖPPERT's Figuren wage ich nicht anzuführen, da die Zeichnungen unverlässlich und oberflächlich sind."

Bei KLEEBERG (Botan. Ztg. 1885, S. 725) finde ich für die Lärche die kurze Bemerkung: „Holzparenchym selten".

Es ist nun gewiss merkwürdig, dass sonst keiner der vielen Autoren, welche sich mit der Holzanatomie von *Picea* und *Larix* befasst haben, von MOHL angefangen bis TASSI, welch letzterer erst

vor einigen Wochen eine analytische Bestimmungstabelle der Coniferengattungen nach xylotomischen Merkmalen veröffentlicht hat,[1] diesen nach GOTHAN so leichten und handgreiflichen Unterschied zwischen *Picea* und *Larix* (in dem konstanten Vorkommen von Holzparenchym am Ende des Jahresringes bei der Lärche) gefunden hat. Mir selbst ist nach Durchsicht überaus vieler Schnitte weder im Schaft-, noch im Ast-, noch im Wurzelholz der Lärche irgend ein den Strangtracheïden parallel verlaufendes Holzparenchym untergekommen. (Um die die Markstrahlharzgänge auskleidenden parenchymatischen „Epithelzellen" kann es sich hier nicht handeln.)

Ich muss deshalb die Behauptung von GOTHAN, „dass meine eingangs zitierte Bestimmungstabelle mehrere Unrichtigkeiten enthält, namentlich betreffs *Picea* und *Larix*" als den Tatsachen nicht entsprechend ebenso höflich als entschieden zurückweisen.

Ich schliesse noch eine Berichtigung an: GOTHAN spricht S. 54 von den spiraligen Verdickungen der Tracheïden der Taxeen und bemerkt, dass dieselben bei *Taxus* und *Cephalotaxus* gleich gebaut sind; dann heisst es wörtlich: „*Torreya* zeigt, wie auch MAYR (l, c. S. 425 T. IX) angibt, (als Einziger!) die Spiralen zu mehreren zusammen gruppiert" — das Zitat bezieht sich auf das Buch von HEINRICH MAYR: „Die Waldungen von Nordamerika" (München 1890). Darauf bemerke ich, dass in Europa vielleicht niemand den äusseren und inneren Bau fremdländischer, insbesondere nordamerikanischer und ostasiatischer Coniferen so genau kennen dürfte, wie Prof. H. MAYR in München, dass jedoch die derben Spiralverdickungen der Tracheïdenwände von *Taxus*, *Cephalotaxus* und *Torreya* NAKAMURA[2]) schon sieben Jahre, SAPORTA[3]) schon 15 Jahre vor MAYR richtig beschrieben haben.

---

1) Bullet. del laborat. ed orto botan. R. università di Siena. 1906.

2) YAROKU NAKAMURA, Über den anatomischen Bau des Holzes der wichtigsten japanischen Coniferen (Unters. a. d. forstbotan. Inst. München, III. 1883).

3) G. DE SAPORTA, Sur l'ornementation des fibres etc. dans le bois de certains genres de Conifères. (Compt. rend. de l'acad. des sc. Paris, 80. Bd., 1875, I).

# 49. Otto Saame: Über Kernverschmelzung bei der karyokinetischen Kernteilung im protoplasmatischen Wandbelag des Embryosacks von Fritillaria imperialis.

Mit Tafel XIV.

Eingegangen am 19. Juni 1906[1]).

Gelegentlich des Studiums von Mitosen an dem von STRASBURGER angegebenen klassischen Objekt, den Embryosäcken von *Fritillaria imperialis*, fiel es mir auf, dass neben Kernen von gewöhnlicher Grösse solche vorkommen, die eine doppelte, dreifache sogar vierfache Grösse aufwiesen. Ausserdem zeigten diese auch eine von der allgemeinen Form abweichende Gestaltung. Oft konnte ich Kerne von amoebenartigem Habitus beobachten, die nach allen Seiten feine Protoplasmafortsätze ausstreckten, die sich des öfteren durch nichts von Pseudopodien der Amöben unterschieden und häufig wie die letzteren Vakuolen erkennen liessen. Aus der Anwesenheit dieser Gebilde kann man den Schluss ziehen, dass man es hier mit Kernen zu tun hat, welche befähigt sind in der gemeinsamen Plasmamasse ihren Ort zu verändern. An anderen Stellen kamen Kerne vor, die durch eine Plasmabrücke mit einander in Verbindung standen, unter denen viele eine grosse Ähnlichkeit mit kopulierenden Gameten besitzen. Meiner Ansicht nach sind diese Gebilde als Verschmelzungsvorgänge von Kernen mit einander aufzufassen. Man kann deutlich die einzelnen Phasen des Vorganges an beifolgenden Abbildungen, die nach den vorgelegenen Präparaten mit Hilfe des Zeichenapparates hergestellt sind, erkennen. Fig. 1, *a*, *b*, *c*, zeigt Zellkerne von amöboider Gestalt, 1, *c* im Kern eine Vakuole. Die mit *a* bezeichneten Kerne des Embryosackes Abb. 2, vergrössert dargestellt in Fig. 3, zeigen je einen feinen Protoplasmafortsatz, die beide aufeinander zuzustreben scheinen (2 *b*, *b'*, *b''*, *b'''*, *b* und *b'''* stärker vergrössert in Fig. 4 und 5), stellen Kerne dar, welche bereits im Zusammenhang stehen, an 1 *d* und 6 sieht man wie der Inhalt beider Kerne gewissermassen in einander fliesst, und endlich in 1 *e* und *f* scheint die Verschmelzung vollendet; 1 *f* macht den Eindruck, als ob es sich um eine Verschmelzung von 3 Kernen handele. Diese Erscheinung konnte an vielen anderen Präparaten noch des öfteren beobachtet werden.

---

1) Vorgetragen auf der Generalversammlung in Marburg i. H. am 6. Juni 1906.

Das Merkwürdige bei allen diesen Verschmelzungsvorgängen scheint mir ein gesetzmässiger Zusammenhang dieser mit der Vermehrung der Kerne auf mitotischem Wege zu sein. Letztere erfolgt im Embryosack von *Fritillaria* schubweise, sodass man in einem Präparat oft sämtliche Teilungsstadien der Karyokinese in ihrer natürlichen Reihenfolge, sozusagen in kinematographischer Anordnung erblickt, indem auf der einen Seite die ruhenden Kerne, auf der andern die Tochterkerne zu liegen kommen. Vor den ruhenden Kernen nun beobachtet man ausserdem noch die erwähnten Verschmelzungsvorgänge, die der Teilung auf karyokinetischem Wege zeitlich vorangehen, gewissermassen diese vorbereiten; conf. Abb. 1. Nach der Teilung scheint der ganze Inhalt des Zellkerns durch die Arbeitsleistung bei der Karyokinese mehr oder weniger reduziert zu sein, die Kerne scheinen in einen Zustand der Erschöpfung zu geraten. Vielleicht lässt sich der Verschmelzungsvorgang als eine Auffrischung der Substanz des Zellkerns deuten, als eine Vorbereitung zur weiteren Teilung.

Da durch Verschmelzung der Kerne die Chromosomenzahl notgedrungenerweise auf das Doppelte vermehrt wird, so muss man nach dem Gesetz der Konstanz der Chromosomen, falls die Weiterteilung eine normale sein soll, auf die Verschmelzung eine Reduktionsteilung unter Ausstossung eines Richtungskörpers erwarten. Ich habe mich nun bemüht derartige Reduktionsvorgänge an besagtem Objekt nachzuweisen und Stadien gefunden, die vielleicht eine Deutung als solche zulassen. Untersucht man eine Reihe von Kernen, welche miteinander in Verbindung stehen, mit einem Immersionsobjektiv, so lassen sich diese nach ihrer feineren Struktur von einander in zwei Gruppen scheiden. Während bei den einen der ganze Inhalt der Kerne eine feine körnige Masse darstellt, kann man bei den andern ganz deutlich feine Chromatinfäden erkennen, deren Längsaxe mit der Richtung der in Zusammenhang stehenden Kerne zusammenfällt. Diese letzteren Formen weisen mutmasslich darauf hin, dass es sich bei diesen um wesentlich andere Vorgänge handelt als bei ersteren. Möglicherweise können diese Stadien als Reduktionsteilungen angesprochen werden. Neben diesen Vorgängen habe ich auch Kerne gefunden und lebend beobachtet, die im Innern eine Zentralspindel enthielten, welche grosse Ähnlichkeit hatte mit der Richtungsspindel, welche SOBOTTA bei der Reifung des Eies der weissen Maus beobachtete; conf. Fig. 7. Das zur Untersuchung genommene Material entstammt ausserordentlich kräftigen und schön entwickelten Gartenpflanzen. Zur Fixierung wurden, um dem Einwande, dass jene Vorgänge durch Fixiermittel hervorgerufen seien, vorzubeugen, die verschiedensten Reagentien verwendet. Mit gutem Erfolg bediente ich mich eines Gemisches von Chloroform, Alkohol und Eisessig, (40:

100 : 80 Vol.), ferner 5prozentiger Chromsäure, 80 *ccm* 96prozentigen Alkohols mit 20 *ccm* 40prozentigen Formols, 12prozentiger wässeriger Formollösung, 12,5 prozentiger Sublimatlösung mit 0,7 Kochsalz sowie absoluten Alkohols.

Das Resultat war, was die Kernbilder betraf, stets das gleiche, nur zeigte es sich, dass beim Fixieren mit der Alkoholformolmischung der protoplasmatische Wandbeleg am widerstandsfähigsten wurde und sich trotzdem gut von dem übrigen Gewebe abpräparieren liess, während den übrigen Fixierungsmitteln mehr oder weniger der Nachteil anhaftet, dass sie den Embryosack etwas brüchig machen.

Gefärbt wurde mit Hämalaun nach DELAFIELD und BÖHMER, wobei beide Lösungen annähernd gleich gute Färbungen gaben. Mit Vorteil bediente ich mich auch der Hämatoxylin-Eisenlackfärbung, die ausgezeichnete Bilder liefert. Nach einiger Übung gelingt es auch diese Vorgänge mit der nötigen Geduld lebend im Embryosack zu beobachten. Physiologische Kochsalzlösung erwies sich als unbrauchbar, da die Zellkerne regelmässig in dieser keine Bewegungsfähigkeit mehr zeigten. Mit gutem Erfolge kann man sich des ausgepressten und filtrierten Zellsaftes derselben Pflanze bedienen, dem man noch zweckmässig 1 pCt. Traubenzucker oder Frucktzucker zusetzt. Die oben mitgeteilten Vorgänge sind mir schon seit Jahren bei *Fritillaria* bekannt.

Mit vorliegender Mitteilung, die auf der Generalversammlung der deutschen botanischen Gesellschaft in Marburg veröffentlicht wurde, möchte ich veranlassen, weitere Kreise auf die Untersuchung dieser so interessanten Vorgänge zu lenken, um zu sehen, wie weit sich diese verallgemeinern lassen.

Alsdann wird es vielleicht möglich werden aus vielen Einzelbeobachtungen an verschiedenen Objekten Klarheit in diese Prozesse zu bringen.

Zum Schlusse lasse ich eine Zusammenstellung der einschlägigen Literatur, soweit sie mir bekannt ist, folgen.

STRASBURGER, Zellbildung und Zellteilung, Seite 26. Über Kernverschmelzung bei *Corydalis cava*. Ebenda S. 340—41.
TISCHLER, Verhandlungen des Naturhist. Med. Vereins, Heidelberg. B. VI. 1900, l. c., S. 351.
B. NĚMEC, Über ungeschlechtliche Kernverschmelzung. Sitzungsberichte der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Prag 1902, 59. Mitt. II. Ebenda 1903. 27. Mitt.
J. BLAAK, Oolivu benzolu na dèlení bùnèk rostliunych. Abh. d. böhm. Akad. Bd. XI, kl. II, Nr. 17, Prag 1902.
B. NĚMEC, 1903, l. c. S. 9.
B. NĚMEC, 1902, 1903, l. c.

Archiv für Anatomie, Bd. XVIII, S. 162, 1880.
CIENKOWSKI, Arch. für mikr. Anat., Bd. IX, S. 56, 1873.

Ich möchte nicht versäumen, an dieser Stelle Herrn Professor HANSEN, der diesen Untersuchungen lebhaftes Interesse schenkte, sowie mir die neueste Literatur auf dem Gebiete der Zellforschung zur Verfügung stellte, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Für die liebenswürdige Überlassung des Untersuchungsmateriales, welches aus dem Garten des Herrn CHR. AUG. ISHEIM II. in Grüningen bei Giessen stammt, sage ich Genanntem an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank.

---

## 50. A. Schulz: Die Bewegungen der Staubgefässe und Griffel sowie der Perianthblätter der einheimischen Alsinaceen-Arten während des Blühens.

Eingegangen am 21. Juni 1906.

---

Diejenigen einheimischen Alsinaceen-Arten[1]), deren Blühen ich beobachtet habe, lassen sich in zwei Gruppen zusammenfassen. Die erste dieser Gruppen umfasst diejenigen Arten, deren Staubgefässe[2]) in allen Fällen während des Blühens der Blüte vier spontane Nutationsbewegungen machen: Zuerst eine epinastische, darauf eine hyponastische, dann eine zweite epinastische und endlich eine zweite hyponastische[3]) Bewegung. Die zweite der beiden Gruppen umfasst diejenigen Arten, deren Staubgefässe[4]) während des Blühens der Blüte meist nur zwei, viel seltener vier spontane Nutationsbewegungen machen; diese entsprechen den vier Nutationsbewegungen

---

1) Mit Ausschluss der Spergulaceen, die meines Erachtens eine selbständige, den Alsinaceen gleichwertige Familie bilden; vergl. hierzu SCHULZ, diese Berichte, 21. Bd. (1903), S. 119 u. f.

2) Die normale Blüte der Arten dieser Gruppe enthält stets 10 — 5 episepale und 5 epipetale — Staubgefässe.

3) Diese Bewegung fällt in der Regel mit dem Verwelken der Krone und mit der Schliessbewegung des Kelches zusammen und ist infolge davon in einem grossen Teile der Blüten nicht ganz selbständig, sondern wird in ihnen zum Teil durch das sich einwärts bewegende Perianth veranlasst. Sie ist bei den meisten Arten nicht in allen Blüten ganz gleichartig.

4) Nur bei einem Teile der Arten dieser Gruppe enthält die normale Blüte stets 10 — 5 episepale und 5 epipetale — Staubgefässe; bei den übrigen Arten enthält sie meist oder sogar fast stets oder stets weniger als 10 Staubgefässe.

der Staubgefässe der Arten der ersten Gruppe, jene den beiden ersten von diesen vier Bewegungen.

Ausser den Nutationsbewegungen machen die Staubgefässe der Arten beider Gruppen, vorzüglich die der Arten der ersten Gruppe, während des Blühens auch Torsionsbewegungen[1]).

Wie die Staubgefässe, so führen auch die Griffel, vorzüglich die der Arten der ersten Gruppe, während des Blühens spontane Nutations- und Torsionsbewegungen aus.

Bei den Arten der zweiten Gruppe führt die — einzige oder die erste — hyponastische Bewegung der Staubgefässe[2]) regelmässig zu einer Berührung der — zu dieser Zeit — konzeptionsfähigen Narben durch die Antheren, deren Pollensäcke sich vorher geöffnet haben, an denen zu dieser Zeit aber meist noch recht reichlich Pollen haftet, und damit stets zu einer für die normale Samenproduktion ausreichenden Bestäubung der Narben[3])[4]). Bei den Arten der ersten Gruppe dagegen führen die Bewegungen der Staubgefässe und Griffel nur selten[5]) zu einer Berührung[6]) von konzeptionsfähigen Narben durch pollenbedeckte Antheren[7])[8]).

---

1) Die Staubgefässe tordieren stets nach links.

2) Bei den meisten dieser Arten führt auch die Bewegung der Griffel zu einer Berührung von Narben und Antheren. Ich werde hierauf an einer anderen Stelle näher eingehen.

3) Häufig findet auch schon kurz vor oder bei Beginn der Perianthöffnung — vor Beginn der ersten epinastischen Bewegung der Staubgefässe — durch Berührung der — schon zu dieser Zeit — konzeptionsfähigen Narben durch geöffnete, pollenbedeckte Antheren — reichliche — Bestäubung der ersteren statt.

4) Eine spontane Selbstbestäubung ist bei diesen Arten durchaus notwendig, da ihre Blüten — zum Teil sehr — wenig von Insekten besucht und bestäubt werden und ihre Individuen fast in allen Fällen — eine Ausnahme machen nur *Sagina procumbens* L. und ein Teil der Individuen von *Cerastium triviale* Lk. — nur einmal blühen.

5) Eine solche Berührung findet fast nur bei *Malachium aquaticum* — und auch hier nicht häufig — statt, welches von den Arten dieser Gruppe die kürzeste Blühdauer hat.

6) Freilich kommen die oberen Enden der Staubgefässe bei der zweiten hyponastischen Bewegung, während welcher sich auch die Perianthblätter einwärts bewegen, sehr häufig mit Narben in Berührung, es haftet jedoch zu dieser Zeit meist kein Pollen mehr an den Antheren — falls diese noch nicht von den Filamenten abgefallen sind —, und ausserdem verwelken in der Regel die Griffel — welche sich bei den meisten Arten zu dieser Zeit ebenfalls einwärts bewegen — schon während oder bald nach der Berührung, so dass, selbst wenn eine Bestäubung der Narben stattgefunden hat, doch keine Befruchtung der Eizellen erfolgt; vergl. hierzu S. 315, Anm. 5.

7) Spontane Selbstbestäubung ist für diese Arten überflüssig, da die meisten ihrer Blüten von Insekten besucht und bestäubt werden. Ausserdem sind sie sämtlich ausdauernd.

8) Dennoch sind diese Bewegungen auch bei diesen Arten nicht ohne Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung der — bei diesen Arten erst

Das Perianth der Blüte der Arten der ersten Gruppe, welches normal aus 5 Kelchblättern und 5 — bei den meisten Arten diese an Länge übertreffenden — Kronblättern besteht, ist während der ganzen — meist mehr als 24 Stunden dauernden — Zeit des Blühens der Blüte, welches mit der Öffnung des Perianthes beginnt und mit dessen Schlusse endigt, geöffnet; während der Nacht[1]) und bei trübem Wetter, vorzüglich Regen, zieht es sich etwas zusammen[2]). Das Perianth der Blüten der meisten Arten der zweiten Gruppe — abgesehen von *Sagina procumbens* L. und *S. apetala* Ard., welche ein tetrameres Perianth haben[3]), — besteht ebenfalls — normal — aus 5 Kelchblättern und 5 Kronblättern, doch sind letztere bei den meisten Arten — bei *Stellaria pallida* sehr bedeutend — kürzer als die Kelchblätter; nur bei *Moehringia trinervis* (L.) sind in sehr vielen Blüten, die aber wie die übrigen Blüten der Art 5 Kelchblätter haben, weniger als 5 Kronblätter vorhanden. Bei keiner Art dieser Gruppe, ausser *Moehringia trinervis*, ist das Perianth aller Blüten während der ganzen Dauer des Blühens — welche in derselben Jahreszeit bei gleicher Witterung viel kürzer ist als die der Arten der ersten

---

kürzere oder längere Zeit nach dem Aufspringen der Pollensäcke zur Reife gelangenden — Narben, weil durch sie die Antheren zu der Zeit, wenn ihre Aussenseiten reichlich mit Pollen behaftet sind — der Pollen fällt sehr bald nach dem Aufspringen der Pollensäcke von den Antheren ab —, an solche Stellen gelangen, dass sie von den die Blüte besuchenden Insekten — abgesehen von ganz winzigen, vorzüglich Blasenfüssen — regelmässig, und zwar mit denselben Körperteilen, mit welchen diese Insekten in den älteren Blüten die ganzen Narben oder deren obere, am dichtesten und mit den längsten Papillen besetzte Partien, die sich infolge der Griffelbewegungen zu dieser Zeit ungefähr an denselben Stellen befinden wie in den jüngeren Blüten die reichlich mit Pollen bedeckten Antheren, berühren, berührt werden; und ausserdem, weil durch sie die Staubgefässe, wenn deren Antheren den gesamten oder wenigstens den meisten Pollen verloren haben — die Antheren fallen zu dieser Zeit leicht von den Filamenten ab —, also für die Bestäubung wenig oder gar keine Bedeutung mehr haben, in eine solche Stellung gelangen, dass sie weder die besuchenden Insekten an der Berührung der konzeptionsfähigen Narben hindern — vergl. hierzu S. 307, Anm. 4 —, noch den Pollen von dem Körper jener abstreifen.

Die Torsionsbewegung der Staubgefässe hat weder bei den Arten der ersten, noch bei denen der zweiten Gruppe eine Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung, da die Wandungen der Pollensäcke nach deren Aufspringen eine solche Stellung annehmen, dass sich die Antheren fast ringsherum mit Pollen bedecken. Ausserdem erhält die Anthere durch das Kollabieren des Schaltstückes — welches kurz vor dem Aufspringen der Pollensäcke beginnt und bald nach diesem beendet ist — einen so hohen Grad von Beweglichkeit, dass sie durch die die Blüte besuchenden Insekten nach allen Seiten gedreht werden kann.

1) vergl. S. 306, Anm. 3.

2) Gleichzeitig neigen sich die Blüten, die bei hellem Wetter ihre Öffnung gerade oder schräg aufwärts richten, mehr oder weniger nach der Seite.

3) Es besteht aus 4 Kelchblättern und 4 — bei *Sagina apetala* sehr kleinen — Kronblättern.

Gruppe — oder überhaupt — während des Blühens — geöffnet; es ist vielmehr bei einer — bei einigen der Arten sehr bedeutenden — Anzahl der Blüten entweder während eines Teiles der Blühzeit oder sogar während der ganzen Blühzeit geschlossen.

Die erste Gruppe, auf die ich im folgenden allein eingehen will, lässt sich in vier Untergruppen zerlegen. Es gehört zu der ersten Untergruppe z. B. *Cerastium arvense* L., zu der zweiten Untergruppe z. B. *Stellaria graminea* L., zu der dritten Untergruppe z. B. *Alsine verna* (L.), und zu der vierten Untergruppe z. B. *Malachium aquaticum* (L.).

1. Die meisten Blüten von *Cerastium arvense* haben bei heiterer, warmer Witterung eine Blühdauer von 52—76 Stunden[1]). Die Staubgefässe[2]) bewegen sich anfänglich zusammen mit dem sich auswärts bewegenden Perianth[3]), dem sie anliegen, langsam nach aussen. Doch meist schon bald, bevor sich das Perianth weit geöffnet hat, stellen die beiden unteren episepalen Staubgefässe oder, falls die eine Seite des Andröceums gefördert ist, zuerst das untere episepale Staubgefäss der geförderten und dann das der anderen Seite, die Auswärtsbewegung ein und bewegen sich wieder einwärts, und zwar soweit, bis sie senkrecht zur Blütenebene[4]) stehen. Nach den unteren bewegen sich die übrigen episepalen Staubgefässe in aufsteigender Folge und dann die epipetalen Staubgefässe in derselben Reihenfolge bis zur senkrechten Stellung einwärts[5]). Im Verlaufe der beiden ersten Bewegungen[6]) tordieren die Staubgefässe normal um 180°, sodass ihre ursprünglich introrsen Antheren vollkommen extrors werden. Sehr bald nach Beendigung der Torsion öffnen sich die

1) Bei trübem Wetter dauert das Blühen länger.

2) Die 5 Staubgefässe jedes der beiden Kreise sind zu dieser Zeit zum Teil oder sämtlich ungleich lang. Ihre Länge nimmt — im episepalen Kreise mehr als im epipetalen — in aufsteigender Folge ab (betreffs des Diagrammes der Alsinaceen-Blüte vergl. EICHLER, Blüthendiagramme, 2. Teil [1878], S. 105 u. f.); die paarigen sind entweder gleich lang oder infolge Förderung der einen Seite des Andröceums ungleich lang. Das kürzeste episepale Staubgefäss pflegt länger als des längste epipetale zu sein.

3) Das Perianth kann sich in jeder Stunde des Tages — als Tag bezeichne ich die Zeit von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang — öffnen; bei der Mehrzahl der Blüten öffnet es sich aber in den Morgenstunden bis gegen 10 Uhr.

4) Diese steht senkrecht zur Längsachse der Blüte.

5) Es ist also sowohl die epinastische, als auch die hyponastische Bewegung der beiden oberen epipetalen Staubgefässe wesentlich grösser als die der beiden unteren episepalen Staubgefässe, welche letzteren sich nicht selten sehr wenig bewegen.

6) Die Torsion pflegt schon einige Zeit bevor das Staubgefäss senkrecht steht beendet zu sein. Die unteren episepalen Staubgefässe beendigen jedoch ihre Torsion häufig erst in der senkrechten Stellung; nicht selten tordieren sie aber gar nicht oder doch um weniger als 180°.

Pollensäcke der Antheren. Die Staubgefässe verharren nur kurze Zeit in der senkrechten Stellung — in der ihre Filamente in der Regel ganz oder fast ganz gerade sind —, dann bewegen sie sich wieder nach aussen[1]), und zwar soweit, bis sie das Perianth, welches sich unterdessen bedeutend weiter geöffnet hat, berühren. Es sind am Schlusse dieser Bewegung meist die Filamente der episepalen Staubgefässe[2]) im unteren und — viel längeren — oberen Teile gerade oder fast gerade, an der Verbindungsstelle zwischen beiden Teilen aber ziemlich scharf, oft fast winklig, nach innen konvex gekrümmt[3])[4]), die der epipetalen Staubgefässe[2]) aber schwach nach aussen konvex gekrümmt oder gerade. Nachdem alle 10 Staubgefässe zusammen eine Zeitlang in der Endstellung ihrer zweiten epinastischen Bewegung verharrt sind, machen sie ihre zweite hyponastische Bewegung[5]). Anfänglich bewegen sich sämtliche Staubgefässe gleichmässig — und zwar langsamer als der Kelch und die verwelkende und sich unregelmässig zusammenziehende und zusammenrollende Krone, denen sie anliegen — einwärts. Dann pflegen sich aber die epipetalen Staubgefässe schneller als die episepalen zu bewegen; sie entfernen sich meist ein wenig vom Perianthe, während die episepalen in der Regel mit diesem in Berührung bleiben. Entweder schon, wenn sie ungefähr senkrecht zur Blütenebene stehen, oder erst, wenn sie sich etwas — oft soweit, dass sie sich mit ihren oberen Enden untereinander berühren — einwärts geneigt haben[6]),

---

1) Das Staubgefäss bezw. Staubgefässpaar beginnt die zweite epinastische Bewegung entweder schon etwas eher als das folgende Staubgefäss bezw. Staubgefässpaar seine erste hyponastische Bewegung beendet hat oder — seltener — kurz nach deren Beendigung; mehr als 4 Staubgefässe befinden sich bei heiterem Wetter meist nicht in vollständig senkrechter Stellung. Die Staubgefässe jedes Kreises sind zu dieser Zeit noch — in derselben Weise wie vorher — ungleich lang.

2) Sie weichen jetzt in der Länge meist nur wenig von einander ab; sie sind während der Bewegungen sehr bedeutend gewachsen.

3) Die episepalen Staubgefässe drängen sich häufig zwischen den Kronblättern hindurch und legen sich an die Kelchblätter an.

4) Es ist von grosser Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung der Narben, dass sich — bei *Cerastium arvense* ebenso wie bei den anderen Arten der ersten Gruppe — die episepalen Staubgefässe in der angegebenen Weise krümmen. Wenn sie sich in der Weise wie die epipetalen Staubgefässe krümmen würden, so würden die die Blüten besuchenden Insekten nicht oder nur mit Mühe zu den an der Aussenseite ihrer Basis befindlichen Nektarien und dem an diesen haftenden oder von diesen auf die Kelchbasen hinabfliessenden Honig gelangen können.

5) Zu dieser Zeit hat in der Regel ein grosser Teil von ihnen ihre Antheren verloren.

6) Die Staubgefässe jedes Kreises sind zuletzt ungefähr gleich lang; die episepalen pflegen deutlich länger zu sein als die epipetalen. Die Filamente sind zu dieser Zeit an der Basis entsprechend der Fruchtknotenoberfläche etwas nach aussen konvex gekrümmt, oben etwas nach innen konvex gekrümmt oder — meist — ganz gerade.

stellen die Staubgefässe ihre Bewegung ein und verwelken[1]). Gleichzeitig zieht sich der Kelch soweit zusammen, wie die Staubgefässe und die zu kleinen Ballen zusammengeschrumpften Kronblätter es gestatten[2]).

Zur Zeit der Perianthöffnung ist jeder der 5 — episepalen — Griffel stark, oft fast winklig, nach aussen konvex gekrümmt; sein oberer, mit Ausnahme der schwach zurückgekrümmten Spitze gerader Teil steht parallel zur Blütenebene oder ist etwas gegen diese geneigt; sein gerader oder etwas nach aussen konvexer, unterer Teil ist meist etwas nach aussen geneigt und ausserdem so tordiert, dass die oberen Teile der 5 Griffel sich kreuzen. Nach einiger Zeit richten sich, während die unteren Teile der Griffel zurücktordieren, die oberen Teile der Griffel soweit auf, bis sich die 5 Griffel nur noch mit ihren Spitzen berühren. Dann strecken sich die Griffel gerade, während sie sich gleichzeitig meist etwas mehr nach aussen neigen. Darauf krümmen sie sich im oberen Teile — kreisbogig oder mehr hakig — nach innen konvex, während sich ihre unteren Teile, die gerade bleiben oder sich nur schwach krümmen, weiter nach aussen neigen, oft soweit, dass die Spitzen aller Griffel der Blüte oder eines Teiles derselben die — benachbarten — Kronblätter, welche zu dieser Zeit ihre stärkste Neigung besitzen, oder die — benachbarten — Staubgefässe, diese aber nur unterhalb ihrer Spitzen, von denen übrigens zu dieser Zeit schon vielfach die Antheren, an welchen bereits zu dieser Zeit kein Pollen mehr zu haften pflegt, abgefallen sind, berühren. Während dieser Auswärtsbewegung, während welcher die Narben[3]) — früher oder später[4]) — konzeptionsfähig werden, tordieren die Griffel nicht selten mehr oder weniger

---

1) Vergl. S. 304, Anm. 6.

2) Nur bei sehr günstiger Witterung — im letzten Teile des Mai und im Juni — machen in denjenigen Blüten, deren Perianth sich am Morgen öffnet, alle Staubgefässe am ersten Blühtage die drei ersten Bewegungen. Meist haben auch in den Morgenblüten — so will ich diese Blüten nennen — dieser Jahreszeit bei Sonnenuntergang sich mehrere epipetale Staubgefässe noch nicht ganz bis zum Perianthe bewegt oder sogar 1-2 epipetale Staubgefässe die erste hyponastische Bewegung noch nicht ausgeführt. (Während der Nacht findet bei dieser wie bei den übrigen Arten keine Staubgefässbewegung statt.) Die zweite hyponastische Bewegung führen die Staubgefässe der Morgenblüten meist am dritten, seltener erst am vierten oder sogar schon am zweiten Blühtage aus.

3) Der Griffel ist unten nur an der Innenseite mit Narbenpapillen besetzt, weiter oben stehen diese auch an den Seitenflanken des Griffels, und die Griffelspitze ist rings herum mit Papillen besetzt. Diese stehen recht dicht und nehmen nach der Spitze des Griffels hin an Länge zu.

4) In einem Teile der Morgenblüten schon im Verlaufe des zweiten Blühtages, in der Mehrzahl der Morgenblüten aber erst am dritten Blühtage.

stark nach rechts[1]). Wenn sich am Schlusse des Blühens das Perianth zusammenzieht, so bewegen sich die Griffel ebenfalls nach innen, und zwar in der Regel soweit, dass ihre unteren Teile sich berühren oder fast berühren. Ihre oberen Teile sind dann, oft fast hakig, nach aussen umgebogen.

2. Die meisten Blüten von *Stellaria graminea* haben bei heiterem, warmem Wetter[2]) eine Blühdauer von 30—36 Stunden. Zur Zeit des Beginnes der Perianthöffnung sind die epipetalen Staubgefässe gleich lang[3]), die episepalen Staubgefässe aber zum Teil ungleich lang; und zwar sind von diesen die beiden vor den ganz gedeckten Kelchblättern stehenden gleich lang und länger als die übrigen, von denen meist das vor dem halbgedeckten Kelchblatte stehende das längste, das obere, unpaare das kürzeste zu sein pflegt[4]). Die Staubgefässe führen ihre erste epinastische Bewegung recht schnell aus[5]). Die epipetalen Staubgefässe neigen sich gleichweit nach aussen und zwar soweit, dass sie mit der Blütenebene einen Winkel von 30—45° bilden. Die episepalen Staubgefässe neigen sich dagegen zum Teil ungleichweit; in der Regel neigen sich die beiden längsten am wenigsten weit, das kürzeste, unpaare am weitesten — doch nur ungefähr halb soweit als die epipetalen Staubgefässe. Sie tordieren meist genau um 90°, selten um mehr[6]). Die Torsionsbewegung beginnt während der Perianthöffnung oder kurz vor dieser und ist stets am Schlusse der epinastischen Bewegung beendet. Gleich nach Beendigung der Bewegung öffnen sich die Pollensäcke der Antheren. Die epipetalen Staubgefässe tordieren dagegen während der ersten epinastischen Bewegung und nach deren Beendigung um 180°. Erst

---

1) Wenn bei sehr heiterem, warmem Wetter die Narben sehr bald nach dem Beginne ihrer Konzeptionsfähigkeit reich bestäubt werden, so sterben vielfach die Griffel schon ab, bevor sie sich stärker gekrümmt haben. Durch heftige Berührung der Griffel — etwa durch ein grosses Insekt — wird das Absterben beschleunigt. Gleichzeitig mit dem Absterben der Griffel beginnt das Welken der Krone und die Schliessbewegung des Kelches. Bei trübem und kühlem Wetter, vorzüglich wenn keine oder nur spärliche Bestäubung erfolgt, sind die Griffel nicht selten noch während des ganzen vierten Blühtages frisch. In diesem Falle tordieren die Griffel oft sehr bedeutend.

2) Die meisten Blüten beginnen — ebenso wie bei den beiden folgenden Arten — am Morgen mit dem Blühen.

3) Sie sind kürzer als die episepalen Staubgefässe, ihre Antheren sind gleich gross und stehen den kleinsten episepalen Antheren ein wenig in Grösse nach.

4) Das längste Staubgefäss hat die grösste, das kürzeste die kleinste Anthere.

5) Gleichzeitig mit den Staubgefässen bewegt sich auch das Perianth auswärts; die epipetalen Staubgefässe pflegen den Kronblättern anzuliegen.

6) Bei feuchter Luft, wenn sich die Öffnung der Pollensäcke verzögert, tordieren die Staubgefässe nicht selten um mehr, hin und wieder um 180°; wenn sich jedoch bei sehr trockener Luft die Antheren sehr frühzeitig öffnen, bleibt die Torsion oft ganz unbedeutend oder fehlt ganz.

dann — also nach den Pollensäcken der episepalen Antheren — öffnen sich die Pollensäcke ihrer Antheren. Bald nach Beendigung der epinastischen Bewegung bewegen sich die episepalen Staubgefässe einwärts, und zwar die drei längsten soweit, dass sich ihre Antheren berühren[1]), die beiden anderen meist nur bis in eine zur Blütenebene senkrechte Stellung[2]). Einige Zeit nach den episepalen Staubgefässen beginnen auch die epipetalen Staubgefässe ihre erste hyponastische Bewegung; sie bewegen sich alle fünf soweit, dass ihre Antheren etwas ausserhalb eines durch die Insertionsstellen ihrer jetzt schwach nach aussen konvex gekrümmten Filamente gelegten Kreises stehen. Nachdem alle 10 Staubgefässe eine Zeitlang in ihrer hyponastischen Endlage verharrt sind[3]), beginnen die episepalen und bald darauf auch die epipetalen Staubgefässe sich wieder auswärts zu bewegen. Die letzteren holen die ersteren bald ein und bewegen sich dann mit diesen, die jetzt gleiche Neigung und gleiche oder fast gleiche Länge besitzen, zusammen noch etwas weiter nach aussen. Zuletzt[4]) besitzen die 10 Staubgefässe eine ähnliche Lage und Krümmung wie die von *Cerastium arvense* am Schlusse ihrer zweiten epinastischen Bewegung. Nach einiger Zeit beginnen die Staubgefässe, von denen unterdessen vielfach die Antheren abgefallen sind, und zwar meist alle 10 gleichzeitig, ihre zweite hyponastische Bewegung; es pflegen aber früher oder später die episepalen den epipetalen etwas vorauszueilen. Alle 10 bewegen sich soweit, bis sie sich mit ihren oberen Enden kreuzen[5]). Während der zweiten hyponastischen Bewegung der Staubgefässe beginnen auch die Kelchblätter, welche während der letzten Stunden ungefähr senkrecht zur Blütenlängsachse standen, sich einwärts zu bewegen. Während die Staubgefässe ihre Bewegung beenden, schliesst sich der Kelch soweit, dass nur noch die verschrumpften Enden der Kronblätter[6]), welche letzteren bereits vor dem Beginne der zweiten hyponastischen Bewegung der Staubgefässe zu welken, sich zusammenzurollen und sich einwärts zu bewegen an-

---

1) Zuerst berühren sich die Antheren der beiden längsten Staubgefässe.

2) Es sind zu dieser Zeit die Filamente der drei längsten Staubgefässe meist ganz gerade, die der beiden anderen ebenfalls gerade oder ein wenig nach aussen konvex.

3) In den Morgenblüten erreichen sie diese Stellung zwischen 12 und 2 Uhr mittags.

4) Diese Bewegung pflegt in den Morgenblüten erst am Vormittag des zweiten Blühtages beendet zu sein.

5) Die Filamente sind zuletzt an der Basis schwach nach aussen konvex, im oberen Teile gerade oder schwach nach aussen konvex; die der epipetalen Staubgefässe sind zuletzt ungefähr ebenso lang wie die der episepalen Staubgefässe.

6) Die Kronen der Morgenblüten pflegen gegen Mittag — des zweiten Blühtages — zu verwelken beginnen; an heissen Tagen sind um 3 Uhr nur noch in wenigen Morgenblüten die Kronen unverwelkt.

fangen — sie stehen bis dahin sehr schräg —, zwischen seinen Spitzen hervorragen.

Zur Zeit der Perianthöffnung sind die — drei — Griffel in der Regel ösenförmig eingekrümmt, und zwar meist so stark, dass ihre Spitzen ungefähr bis zur Mitte des in der Regel etwas nach aussen geneigten, geraden oder schwach nach aussen konvexen, unteren Teiles hinabreichen und ihn berühren[1]. Einige Zeit nach der Perianthöffnung beginnen die Griffel sich gerade zu strecken; gleichzeitig neigen sich ihre unteren Teile etwas — weiter — nach aussen. Wenn die Griffel — mit Ausnahme ihres verdickten, etwas abgebogenen äussersten Endes — gerade sind, sind sie ungefähr so stark geneigt, dass sie mit der Blütenebene einen Winkel von ungefähr 60° bilden[2]. Dann senken sich die oberen Teile der Griffel soweit nach aussen, bis sie ungefähr parallel mit der Blütenebene stehen, und krümmen sich mehr oder weniger stark nach oben konvex. Gleichzeitig tordieren die Griffel nach rechts, und zwar so stark, dass am unteren, längeren Teile des Griffels, welcher meist gerade bleibt, der Papillenstreif[3] der ursprünglichen Innenseite sich schräg nach der Blütenperipherie hin wendet und dass der obere, gekrümmte Teil des Griffels, dessen — nach oben gerichtete — Konvexität die Narbenpapillen trägt, ungefähr parallel mit der Blütenperipherie wird[4]. Hin und wieder tordiert der obere Teil des Griffels noch weiter, bis s e i n e k o n v e x e S e i t e ungefähr parallel zur Blütenperipherie steht, seine Spitze also einwärts gerichtet ist. Dann verwelken und vertrocknen die Griffel.

3. Bei heiterem, warmem Wetter — in den Monaten Juni bis August — dauert[5] das Blühen der meisten Blüten von *Alsine verna* ungefähr ebenso lange wie das der meisten Blüten von *Stellaria graminea.* Die erste epinastische Bewegung wird wie bei *Stellaria graminea* von allen 10 Staubgefässen gleichzeitig, und zwar schnell, ausgeführt. Es gelangen hierdurch die untereinander gleichlangen epipetalen Staubgefässe[6] soweit nach aussen, dass sie mit der Längs-

---

1) Die Ösen sind meist ungefähr kreisförmig oder elliptisch, seltener unregelmässig gebogen. Die Ösen der drei Griffel der Blüte sind entweder untereinander verschlungen oder berühren sich nur.

2) Diesen Zustand pflegen sie in den Morgenblüten im Laufe des Nachmittags zu erreichen.

3) Der Papillenstreif beginnt erst weit oberhalb der Griffelbasis, verbreitert sich nach oben hin und tritt etwas auf die Seitenflanken des Griffels über; das oberste Ende des Griffels ist rings herum mit Papillen besetzt und bildet einen ellipsoidischen Körper. Die Papillen nehmen am Griffel nach oben hin an Länge zu.

4) In diesem Zustande, in den die Griffel der Morgenblüten meist am Vormittag des zweiten Blühtages gelangen, sind die Narben konzeptionsfähig.

5) Auf dem Zechstein unweit Könnern bei Halle.

6) Sie sind zu dieser Zeit wenig kürzer oder ebenso lang oder sogar ein wen g

achse der Blüte einen Winkel von ungefähr 50—60° bilden, die meist ebenfalls untereinander gleichlangen episepalen Staubgefässe aber in eine bedeutend weniger geneigte Stellung[1]). Die episepalen Staubgefässe tordieren während der Bewegung[2]) meist um 90° — nie weiter —; gleich nach Beendigung der epinastischen Bewegung springen die Pollensäcke ihrer Antheren auf. Die epipetalen Staubgefässe tordieren ebenfalls meist um 90°, doch in der Regel erst, nachdem sie ihre erste epinastische Bewegung beendet haben. Schon nach kurzer Zeit beginnen die episepalen Staubgefässe ihre erste hyponastische Bewegung; sie bewegen sich soweit einwärts, dass sich die oberen Enden ihrer — zu dieser Zeit meist gleichlangen und, mit Ausnahme der Basis, geraden — Filamente etwas kreuzen. Einige Zeit nach den episepalen Staubgefässen beginnen auch die epipetalen Staubgefässe ihre Einwärtsbewegung. Sie gelangen nur soweit, dass ihre Filamente im unteren Teile mit der Blütenlängsachse einen Winkel von ungefähr 45° bilden; im oberen Teile krümmen sich ihre Filamente meist so stark nach aussen konvex, dass deren Enden ungefähr senkrecht zur Blütenebene stehen[3]). Die epipetalen Antheren, deren Pollensäcke entweder erst während dieser Bewegung oder — häufiger — schon während der epinastischen Endlage ihrer Filamente aufspringen, stehen nun in gleicher Höhe mit den episepalen Antheren oder etwas tiefer als diese. Nach einiger Zeit erfolgt die zweite epinastische Bewegung der Staubgefässe. Auch diese wird meist von den episepalen Staubgefässen begonnen, welche bald mit den sich nur langsam auswärts bewegenden epipetalen Staubgefässen in einem Kreise stehen und sich dann mit diesen zusammen noch etwas weiter nach aussen bewegen. Die epipetalen Staubgefässe gehen in der Regel soweit bis sie, deren meist schwach nach aussen konvexe Filamente zu dieser Zeit vielfach die der episepalen Staubgefässe in der Länge etwas übertreffen, mit der Blütenlängsachse ungefähr einen Winkel von 60° bilden. Die episepalen Staubgefässe neigen sich meist soweit nach aussen, dass sich ihre nach innen konvexen Filamente[4]) mit den der epipetalen Staub-

---

länger als die episepalen Staubgefässe. Ihre Antheren sind — wie bei *Malachium aquaticum* — meist deutlich kleiner als die der episepalen Staubgefässe.

1) Der Winkel beträgt meist ungefähr 30°. Hin und wieder neigen sich nicht alle Staubgefässe gleich weit, sondern in der Weise wie bei *Stellaria graminea*, doch unbedeutender als bei dieser, ungleichweit — das obere, unpaare neigt sich am meisten, die vor den ganz gedeckten Kelchblättern stehenden neigen sich am wenigsten —. In diesem Falle weichen auch, in der Weise wie bei *Stellaria graminea*, die Staubgefässe zum Teil in der Länge von einander ab.

2) Die Torsion beginnt oft schon vorher.

3) In den Morgenblüten pflegen sie diesen Zustand zwischen 11 und 1 Uhr zu erreichen.

4) Diese sind ähnlich gekrümmt wie die von *Cerastium arvense* am Ende ihrer

gefässe oben kreuzen. Nach längerer Zeit[1]) beginnen meist alle 10 Staubgefässe gleichzeitig ihre zweite hyponastische Bewegung. In der Regel eilen aber bald die epipetalen Staubgefässe den episepalen voraus. Jene neigen sich in der Regel soweit, dass sich ihre Enden kreuzen; die episepalen dagegen verharren entweder in aufrechter Stellung oder — häufiger — legen sich von aussen an die epipetalen Staubgefässe an. Die Perianthblätter beginnen entweder gleichzeitig mit den Staubgefässen oder erst etwas nach diesen sich einwärts zu bewegen[2]). Wenn sie sich ungefähr in einer zur Längsachse der Blüte parallelen Stellung befinden, pflegen die Kronblätter noch frisch zu sein. Dann welken und vertrocknen diese und der Kelch schliesst sich.

Zur Zeit der Perianthöffnung stehen die unteren, geraden Teile der — drei — Griffel entweder senkrecht zur Blütenebene — dicht aneinander — oder sie sind ein wenig nach aussen geneigt. Die oberen, bedeutend kürzeren Teile der Griffel sind — vielfach soweit, dass sie parallel mit der Blütenebene stehen — nach innen geneigt[3]). Die Griffel verharren in der Regel ungefähr so lange in dieser Stellung, bis die Staubgefässe ihre zweite epinastische Bewegung beginnen. Dann neigen sich ihre unteren Teile etwas — weiter — nach aussen, während sich ihre oberen Teile soweit aufrichten, bis sie in der Richtung der unteren stehen[4]). Darauf senken sich die oberen Teile[5]) nach aussen, und zwar meist soweit, bis sie parallel zur Blütenebene stehen, also mit den unteren Teilen einen stumpfen Winkel bilden. Gleichzeitig pflegen sich die oberen Teile etwas — oft sehr wenig — nach oben konvex zu krümmen. Während ihrer Nutationsbewegung tordieren die Griffel in der Regel — doch nicht immer –, und zwar nach links, manchmal bis um 90°; im letzteren Falle stehen ihre oberen Enden zuletzt ungefähr parallel mit dem äusseren Rande des Perianthes. Die Narben der Morgen-

zweiten epinastischen Bewegung. Die zweite epinastische Bewegung pflegt in den Morgenblüten erst am Vormittag des zweiten Blühtages beendet zu sein.

1) In den Morgenblüten in den letzten Vormittagsstunden oder in den ersten Nachmittagsstunden des zweiten Blühtages.

2) In den Morgenblüten stehen zur Zeit der Konzeptionsfähigkeit der Narben die Kronblätter ungefähr senkrecht zur Blütenlängsachse; die Kelchblätter sind etwas weiter nach aussen geneigt.

3) Wenn die unteren Teile ungefähr senkrecht stehen oder nur wenig geneigt sind, so kreuzen sich die oberen; wenn jene etwas stärker nach aussen geneigt sind, so berühren sich diese nur mit ihren Spitzen.

4) In den Morgenblüten erhalten sie diese Stellung in der Regel am späten Nachmittage.

5) Diese sind ringsherum mit Narbenpapillen bedeckt; vom oberen Teile her läuft an der Innenseite des Griffels eine kurze Strecke weit ein sich nach unten hin verschmälernder Papillenstreif hinab.

blüten pflegen am Vormittage des zweiten Blühtages konzeptionsfähig zu werden.

4. Die Blüten von *Malachium aquaticum* haben eine wesentlich kürzere Blühdauer als die der übrigen Arten dieser Gruppe. Bei heiterem, warmem Wetter hat das Blühen der meisten derjenigen Blüten, die am Morgen mit dem Blühen beginnen, schon bei Sonnenuntergang sein Ende erreicht. Entsprechend der kurzen Blühdauer verlaufen die Bewegungen der Staubgefässe und Griffel schnell. Die Nutationsbewegungen der Staubgefässe gleichen fast vollständig denen der Staubgefässe von *Alsine verna*; die meisten Abweichungen sind nur unbedeutend und unwesentlich[1]). Nur die zweite hyponastische Bewegung, die in den Morgenblüten am Nachmittage des ersten Blühtages stattfindet, weicht etwas mehr ab. Bei dieser eilen in der Regel — doch nicht immer — nach einiger Zeit die episepalen Staubgefässe den epipetalen voraus; jene bewegen sich soweit, bis sich ihre Enden kreuzen, diese meist nur soweit, dass sie jene — die etwas länger sind — aussen berühren, seltener soweit, dass sie sich untereinander berühren. Die Filamente beider Kreise sind zu dieser Zeit unten entsprechend der Oberfläche des Fruchtknotens gekrümmt, oben entweder gerade oder mehr oder weniger nach aussen oder innen konvex[2]).

Abweichend von *Alsine verna* pflegen die epipetalen Staubgefässe eine Torsion um 180° zu machen; diese beginnt meist schon kurz vor der Öffnung des Perianthes und ist bald beendet. Bei feuchter,

---

1) Die epipetalen Staubgefässe sind am Schlusse der ersten epinastischen Bewegung wesentlich kürzer als die episepalen Staubgefässe. Diese weichen in der Knospe hinsichtlich ihrer Länge meist in derselben Weise wie bei *Stellaria graminea*, seltener in unregelmässiger Weise von einander ab. Ihre Längenunterschiede schwinden aber meist während ihrer epinastischen Bewegung. Hin und wieder sind jedoch zu dieser Zeit die Unterschiede noch deutlich; in diesem Falle bewegen sich die Staubgefässe — wie bei *Alsine verna* — ungleichweit nach aussen, sonst ist die erste epinastische Bewegung allen episepalen Staubgefässe gleichgross. Der untere Teil ihrer Filamente neigt sich nur wenig nach aussen oder bleibt in der ursprünglichen Stellung. Der obere, längere Teil der Filamente dagegen krümmt sich in flachem Bogen — mit nach innen gerichteter Konvexität — etwas nach aussen. Am Schlusse der ersten hyponastischen Bewegung bilden die epipetalen Staubgefässe, deren Filamente gerade sind, mit der Blütenlängsachse einen Winkel von ungefähr 45°. Am Schlusse der zweiten epinastischen Bewegung sind sie meist etwas länger als die episepalen Staubgefässe und entweder ganz gerade oder schwach nach aussen oder innen konvex gekrümmt.

2) Die Krone fängt in der Regel schon einige Zeit vor dem Beginne der Einwärtsbewegung der Staubgefässe an, sich zusammenzuneigen und zu verwelken. Die Kelchblätter dagegen stehen häufig noch senkrecht oder fast senkrecht zur Blütenlängsachse, wenn die Kronblätter ganz welk sind und sich die Staubgefässe schon seit einiger Zeit einwärts bewegen. Der Kelch schliesst sich erst, nachdem sich die Staubgefässe bereits untereinander berühren.

kühler Luft, bei der sich das Aufspringen der Pollensäcke verzögert, seltener bei heiterem, warmem Wetter, machen auch die episepalen Staubgefässe eine so bedeutende Torsion; meist bleibt deren Torsion aber wesentlich kleiner.

Zur Zeit der Perianthöffnung stehen die wenig oder garnicht gekrümmten unteren Teile der recht stark nach rechts oder links tordierten — 5, seltener 3 oder 4 — Griffel[1]) ungefähr senkrecht zur Blütenebene und dicht aneinander. Die oberen, kürzeren Teile der Griffel sind — vielfach bis in eine zur Blütenebene parallele Lage — nach innen geneigt, in der Regel — mit Ausnahme der zurückgebogenen Spitze — etwas nach oben konvex gekrümmt und untereinander gekreuzt. Nach einiger Zeit tordieren die Griffel zurück, bis ihre Torsion ganz geschwunden ist; ihre unteren Teile neigen sich etwas nach aussen, und ihre oberen Teile richten sich soweit auf bis ihre gerade aufwärts gerichteten, etwas verdickten Enden aneinanderliegen. Darauf strecken sich die Griffel gerade[2]) und neigen sich gleichzeitig noch etwas weiter nach aussen, meist soweit, dass sie mit der Blütenebene einen Winkel von 45—50° bilden.[3]) Entweder erst, wenn sich die Griffel in dieser Endlage befinden, oder bereits etwas früher, krümmen sich ihre oberen Teile nach innen — oben — konvex, und zwar entweder halbkreisförmig oder noch stärker — sodass die Spitze einwärts gerichtet ist —, während sich ihre untersten Teile, welche meist gerade bleiben und später häufig mehr oder weniger — in der Regel nach links — tordieren, gleichzeitig nach aussen neigen, häufig soweit, dass die Sehne des Griffelbogens ungefähr parallel mit der Blütenebene steht[4])[5]). In dieser Stellung verharren die Griffel, deren Narben[6]) wohl schon konzep-

1) Diese stehen vor den epipetalen Staubgefässen.

2) Ihre Enden bleiben ein wenig abgebogen.

3) Hin und wieder haben schon vor der Perianthöffnung die Griffel zurückzutordieren, ihre unteren Teile sich zu neigen und ihre oberen sich aufzurichten begonnen. Zur Zeit der Perianthöffnung berühren sich in diesem Falle die nur noch wenig oder gar nicht mehr tordierten Griffel nur noch mit ihren Enden.

4) Manchmal neigen und krümmen sie sich so bedeutend. dass ihre Spitzen ungefähr in der Höhe ihrer Basen liegen.

5) Es findet hin und wieder eine Berührung von Narben durch Antheren der epipetalen Staubgefässe statt, und zwar entweder schon gegen Schluss der Auswärtsbewegung der Griffel, während sich die epipetalen Staubgefässe in ihrer epinastischen Endlage befinden, oder erst während der zweiten hyponastischen Bewegung der Staubgefässe. Zu dieser Zeit haftet an den Antheren auch bei heiterem Wetter hin und wieder noch Pollen, so dass eine Bestäubung der Narben, die noch konzeptionsfähig sind und auch noch einige Zeit in diesem Zustande verharren — also vielleicht auch eine Befruchtung —, stattfinden kann.

6) Die Narbe ist der von *Cerastium arvense* sehr ähnlich.

tionsfähig werden, wenn sich ihre oberen Teile noch nicht oder erst wenig gekrümmt haben[1]), bis sich das Perianth zusammenzieht. Dann bewegen sich ihre unteren Teile nach innen, meist bis in eine aufrechte oder fast aufrechte Stellung, während die Krümmung ihrer oberen Teile geringer wird. Darauf verwelken sie.

---

## 51. M. Tswett: Physikalisch-chemische Studien über das Chlorophyll. Die Adsorptionen.

Eingegangen am 21. Juni 1906.

Es ist eine schon längst bekannte Tatsache, dass die verschiedenen als Lösungsmittel des Chlorophylls geltenden organischen Flüssigkeiten sich in sehr ungleichem Masse zur Extrahierung des Blattgrüns aus Blättern eignen. Während Alkohol oder Äther intensiv sattgrüne Auszüge liefern, geben andere Lösungsmittel, wie die Kohlenwasserstoffe der aliphatischen oder der cyklischen Reihe, auch Schwefelkohlenstoff, mehr gelbliche und überhaupt chlorophyllärmere Extrakte, selbst wenn der Extraktion getrocknetes Material unterworfen wird. Am meisten charakteristisch erweisen sich in dieser Hinsicht Petroläther und Petroleumbenzin, welche mit frischen oder bei niederer Temperatur getrockneten Blättern zusammengebracht, meistens mehr oder weniger reingelbe, durch Karotin gefärbte Auszüge geben, auf welcher Eigenschaft bekanntlich ARNAUD sein Verfahren zur Darstellung dieses Farbstoffes aus Blättern gründete.

Wenn das integrale Chlorophyll in Petroläther vollständig und reichlich löslich ist, wie allgemein angenommen, warum wird es nicht von dem genannten Lösungsmittel aus frischen oder getrockneten Blättern aufgenommen? Warum wird nur ein gelber Bestandteil herausgelöst?

Dieses für die Frage nach der physikalischen Konstitution und chemischen Zusammensetzung des Chlorophyllapparates nichts weniger als belanglose Problem bleibt aber bisher ungelöst. Dank der glänzenden Entwicklung der Chemie der Chlorophyllderivate hat man viele physiologisch weit interessantere Fragen in Vergessenheit

1) In den Morgenblüten werden sie im Laufe des Nachmittags konzeptionsfähig. Wenn bei heiterem, warmem Wetter die Griffel frühzeitig reichlich bestäubt werden, so beginnen sie häufig bereits zu welken, wenn sie sich erst ganz unbedeutend, oft kaum merklich gekrümmt haben. Gleichzeitig mit dem Beginne ihres Welkens beginnen die Staubgefässe ihre zweite hyponastische und der Kelch seine Schliessbewegung.

geraten lassen. Die wenigen Forscher, welche ihre Aufmerksamkeit auf die uns beschäftigenden Erscheinungen lenkten, haben verschiedene, sich widersprechende Erklärungen vorgeschlagen, unter welchen keine als eine auf einer breiteren experimentellen Basis stehende bezeichnet werden kann.

WIESNER (1874) war wohl der erste, welcher über die abweichenden Eigenschaften des Benzols, des Toluols, des Terpentins, des Schwefelkohlenstoffes als Lösungsmittel des Chlorophylls berichtete. Der eminente Wiener Physiologe machte zugleich die Beobachtung, dass grünes Gewebe, welches mit Benzol usw. unmittelbar bearbeitet, nur eine gelbliche, schwach fluoreszierende Lösung gibt, in demselben Lösungsmittel eine prächtige Auflösung liefert, wenn es mit Alkohol durchgetränkt wird.

WIESNER erklärt sich das in der Weise, das Protoplasma sei für Benzol impermeabel und das Chlorophyll demnach diesem Lösungsmittel unzugänglich. Alkohol mache nun das Protoplasma für Benzol permeabel.

Concordante Beobachtungen machte später SACHSSE (1877, S. 9). „Da Benzol, Schwefelkohlenstoff und ätherische Öle“, bemerkte er dazu, „in Wasser unlöslich oder fast unlöslich sind, so hat die genannte Massregel (Durchtränkung des Materials mit Alkohol) nur den Zweck, diesen Lösungsmitteln den Zugang zu den Chlorophyllkörnern durch Verdrängung des darin enthaltenen Wassers zu bahnen. Aus absolut trockenen Pflanzenteilen würde vermutlich die Auflösung des Blattgrüns mit Hilfe der genannten Lösungsmittel ebenso gut vonstatten gehen wie mit Alkohol.“

KARL KRAUS (1875) bemerkt gleichfalls, dass Benzin aus frischen oder trockenen Blättern nur Spuren Chlorophyll auflöst; das genuine Chlorophyll sei demnach unlöslich in Benzin. Wenn das mittelst Alkohols ausgezogene Chlorophyll sich (in der GREGOR KRAUS'schen Entmischung) als in Benzin löslich erweist, so deute das auf eine chemische Veränderung des Farbstoffes unter Einfluss des Alkohols.

GUIGNET (1885) vermutet, das Chlorophyll sei in den Blättern in für Petroläther unlöslichen Hüllen eingeschlossen.

ARNAUD (1885) glaubt die elektive Herauslösung der Blätterfarbstoffe mittelst Petroläthers (aus getrocknetem Material) durch eine Art Dialyse erklären zu können, wobei das Karotin frei diffundiere, die „grüne Komponente“ aber durch die zuvor im Zellsaft zur Lösung gebrachten Eiweissstoffe nach der Art der Färbereiprozesse zurückgehalten werde.

Eine der KRAUS'schen analoge, chemische Auffassung der Sache finden wir wieder bei MANN (1891) und bei MONTEVERDE (1893). Der letzte Autor erblickt das modifizierende Agens in dem Spiritus und will eine Stütze seiner Ansicht in der Tatsache finden, dass die

grünen BORODIN'schen Kristalle, welche er für das genuine „Chlorophyll" hält, in Petroleumbenzin (und Petroläther) unlöslich sind.[1])

Soweit mit den unser Problem betreffenden Literaturangaben. Indem ich zu der experimentellen Bearbeitung der Frage schritt, galt es mir zuerst die Einwirkung der verschiedenen indifferenten organischen Lösungsmittel auf die Blattfarbstoffe in situ näher zu prüfen.

Unter den zahlreichen benutzten Objekten erwiesen sich besonders *Plantago*-Arten und *Lamium album* als empfehlenswert. Die Zartheit der *Lamium*-Blätter und die annähernde globale Neutralität ihres Gewebesaftes stempelt dieselben zu einem überaus günstigen Objekt. (Cf. MOLISCH 1904).

Ihrem Verhalten gegen die Blattfarbstoffe nach können die geprüften Lösungsmittel in drei Gruppen verteilt werden:

1. Alkohole (Methyl-, Äthyl-, Amyl-), Aceton, Acetaldehyd, Äther, Chloroform. Diese Lösungsmittel, auf frische (zerriebene) oder trockene Bläter wirkend, lösen alle Farbstoffe gleichmässig und reichlich aus.

2. Petroläther und Petroleumbenzin. Frische, mit Sand oder Schmirgel fein zerriebene und unter dem Lösungsmittel weiter verriebene Blätter liefern mehr oder weniger reingelbe Auszüge, welche hauptsächlich durch Karotin gefärbt sind, aber auch Spuren von den anderen Farbstoffen enthalten. Das Karotin kann in dieser Weise vollständig ausgezogen werden. Getrocknete Blätter (bei niederer Temperatur!) geben ebenfalls dem Lösungsmittel ihr Karotin ab, und zwar in etwas reinerem Zustande. Gekochte oder nur bei höherer Temperatur erwärmte Gewebe liefern aber, mit den genannten Lösungsmitteln zusammengerieben, grüne Auszüge, was seine Erklärung weiter unten finden wird.

3. Benzol, Xylol, Toluol, Schwefelkohlenstoff. Sie zeigen sich in ihrer Wirkung auf die Blattfarbstoffe als zwischen den Lösungsmitteln der zwei ersten Gruppen intermediär.

Wie gesagt, werden durch Petroläther ausser Karotin nur Spuren der anderen Farbstoffe aufgelöst. Es genügt aber dem Lösungsmittel etwas abs. Alkohol (10 pCt. für frische Blätter, 1 pCt. für trockene) zuzusetzen, um sofort eine reichlich gefärbte, schön

---

1) Ich habe gezeigt (1901 I, III), dass diese Kristalle keinen genuinen Farbstoff, sondern ein eben unter andauernder Mitwirkung des Alkohols entstehendes Derivat der Chlorophylline darstellen, wie dies BORODIN (1882) selbst vermutete. Für diesen Farbstoff habe ich die Bezeichnung Metachlorophyllin vorgeschlagen. Es sei hier nochmals betont, dass ich als Chlorophyll konsequenter Weise nur das gesamte grüne Pigment der Blätter bezeichnen will und die mehr oder weniger grünen fluoreszierenden Komponenten desselben als Chlorophylline bezeichne. Es ist unerlässlich endlich zu scharfen, wissenschaftlichen Definitionen zu gelangen.

grüne Lösung zu erhalten. Aceton oder Äther haben eine analoge Wirkung.

Durch alkoholhaltigen Petroläther kann das gesamte Chlorophyll ausgezogen werden. Worauf beruht nun diese „lösbarmachende“ Wirkung des Alkohols? Da durch den reinen Petroläther die eine Komponente des Chlorophylls, das Karotin, ganz gut ausgezogen wird, so ist an die Unzugänglichkeit des Lösungsmittels zu dem Chlorophyll nicht zu denken. Eine chemische Einwirkung des Alkohols ist hier ebenfalls ausgeschlossen, wie aus den folgenden Versuchen erhellt. Frische Blätter werden mit Schmirgel zerrieben und der erhaltene Brei mit etwas 40prozentigem Spiritus versetzt. Wird nun das Material sogleich mit Petroläther behandelt, so gibt es eine grüne Lösung ab, wird es aber bei 45° getrocknet, so erhält man mittelst Petroläthers nur die gewöhnliche gelbe Karotinlösung. Der Alkohol muss demnach einfach durch seine Anwesenheit wirken, physikalisch, und nicht chemisch. Und tatsächlich lassen sich die betreffenden mittelst Alkohols ausgezogenen, in reinem Petroläther nachweisbar löslichen Farbstoffe von neuem in diesem Lösungsmittel unlösbar machen.

Meine ersten diesbezüglichen Versuche (1901, III) gestalteten sich folgendermassen. Alkohol-Petrolätherlösung des Chlorophylls wurde in Kolben gegossen, mit einigen Streifen Filtrierpapier beschickt und das Lösungsmittel in vacuo abdestilliert, wobei das Pigment dem Papier einverleibt wird. Dies trockene grüne Papier verhält sich nun den Lösungsmitteln gegenüber ganz wie das grüne Blatt, und reiner Petroläther nimmt nur Karotin auf, während eine Zugabe von Alkohol eine sofortige Entfärbung des Papieres bewirkt.

Die im Anfange dieses Aufsatzes erwähnten, bisher rätselhaft gebliebenen Erscheinungen beruhen demnach auf der Adsorption der Farbstoffe, auf der mechanischen, molekularen Affinität der Stoffe zum Chloroplastenstroma, welche wohl durch Alkohol, Äther usw., nicht aber durch Petroleumkohlenwasserstoffe überwältigt wird. Tritt aber das Pigment ausser dem Bereich der Molekularkräfte, wie z. B. beim Abkochen oder Erwärmen der Gewebe — wobei bekanntlich aus den Chloroplasten kleine grüne Tropfen hervorquellen (cf. TSWETT 1900), so löst sich der Farbstoff leicht in Petroläther, und man erhält dabei sattgrüne Auszüge.

Aus dem Vorhergesagten folgt, dass das Chlorophyll unmöglich in Form von mikroskopisch definierbaren Grana in Chloroplasten eingelagert sein kann, es müssten denn die Grana selbst ein unlösliches adsorbierendes Substrat besitzen. Übrigens ist die Granatheorie auch mikrographisch nicht zureichend begründet (cf. TSCHIRCH 1884, TSWETT 1896, 1901, III).

Es war oben gesagt, dass die dem Filtrierpapiere einverleibten

Chlorophyllfarbstoffe (Karotin ausgenommen) von dem Substrat in Petroläther adsorptionsartig festgehalten werden. Umgekehrt werden, wie zu erwarten war, durch Filtrierpapier die betreffenden Farbstoffe ihrer Petrolätherlösung entrissen. Nicht nur aber Cellulose, sondern alle in Petrolkohlenwasserstoffen unlöslichen festen Körper adsorbieren das Chlorophyll, und wenn in feinem pulverförmigen Zustande angewandt, entfärben dessen Petrolätherlösungen teilweise oder vollständig (TSWETT 1903). Ich habe in dieser Hinsicht mehr als hundert den verschiedenen Gruppen des chemischen Systems angehörende Substanzen untersucht und immer mit prinzipiell gleichem Resultat. Ich lasse hier eine kurze Übersicht der geprüften Körper folgen.

Einfache Körper (S, Si, Zn, Fe, Al, Pb, Sb); Oxyde ($SiO_2$, MgO, $MnO_2$, PbO, $Sb_2O_3$, $Fe_2O_3$, $Ag_2O$, HgO, $U_3O_8$); Hydroxyde ($B(OH)_3$, NaOH, $Ba(OH)_2$, $Al(OH)_3$); anorganische Chloride (Na, K, $NH_4$, Ca, Mg, Al, Fe, Co, Cu, Hg); Chlorate (K, Ba); Kaliumbromid, Kaliumjodat; Nitrate (K, Ca, Ba, Pb, Ag, Cu, U); Phosphate (K, Na, $NH_4$, Fe); Sulfide (K, Hg); Sulfite (Na); Sulfate (K, Ca, Mg, Ba, Zn, Fe, Mn, Cu); Carbonate (Na, K, Ca, Mg, Fe); Silikate (K, Asbest), Ammoniummolybdat, Kaliumpermanganat, Ferricyankalium und Ferrocyankalium, Oxalsäure, Weinsteinsäure, Zitronensäure, Chinasäure, Gerbsäure, Harnsäure, Pikrinsäure, Phenolphtaleïn, Oxalate ($NH_4$, Mn); Acetate (Pb, Cu); Amide (Harnstoff, Asparagin), höhere Alkohole und Kohlenhydrate (Mannit, Dulcit, Saccharose, Galaktose, Inulin, Dextrin, Amylose); Proteinstoffe (Ovalbumin, Pepton, Hämoglobin), Trioxymethylen, Chloralhydrat, Hydrochinon, Resorcin, Pyrogallol, Anilinfarbstoffe (Gentianaviolett, Chrysoïdin u. a.), endlich eine Reihe chemisch nicht definierter Substanzen (Knochen- und Blutkohle, Ackererde, Kieselguhr).

Von den angeführten Substanzen vermögen einige auch das Karotin aus seiner Petrolätherlösung niederzureissen ($HgCl_2$, $CaCl_2$, PbS u. a.). Viele Körper wirken auf die von ihnen adsorbierten Farbstoffe zersetzend. Einige z. B. ($MnO_2$, $KMnO_4$, $U_3O_8$) zerstören vollständig das Chlorophyll, offenbar durch Oxydation. Wieder andere wirken auf die Chlorophylline nach der bekannten Art der Säuren; das sind zuerst natürlich die meisten angeführten Säuren, saure Salze und viele neutrale Salze, deren wässerige Lösungen aber hydrolytisch eine saure Reaktion annehmen. Es ist hier nicht der Ort, auf die Art und Weise dieser chemischen Einwirkungen näher einzugehen. Es soll aber die Methodik der Adsorptionsversuche und deren analytische Verwendung näher besprochen werden. Um sich eine Petrolätherlösung des Chlorophylls zu verschaffen, verfährt man

am besten folgendermassen. Frische Blätter (am besten *Lamium*) werden im Mörser mit feinem Schmirgel zerrieben und weiter mit alkoholhaltigem Petroläther (10 pCt.) ausgezogen. Die grüne Lösung wird mehrmals mit dem doppelten Volumen Wasser im Scheidetrichter unter fortwährendem Umrühren ausgewaschen.

Da Alkohol grössere Lösungsaffinität für Wasser als für Petroläther besitzt, so kann er auf diese Weise praktisch vollständig aus der Chlorophylllösung entfernt werden. Die ausgewaschene, für gewöhnlich etwas trübe grüne Lösung wird nun durch Zentrifugieren oder mittelst Filtration geklärt und eignet sich jetzt zu den Adsorptionsversuchen.[1])

Als passendste Adsorptionsmittel sind gefälltes Calciumcarbonat, Inulin oder Saccharose (Zuckerpuder) zu empfehlen.

Wird nun die petrolätherische Chlorophylllösung mit dem Adsorptionsmittel zusammengeschüttelt, so reisst das letztere die Farbstoffe nieder, und bei einem gewissen Überschuss desselben bleibt nur Karotin in der Lösung, welches der Adsorption entgeht. Man erhält in dieser Weise einen grünen Niederschlag und eine reingelbe, fluoreszenzlose Karotinlösung (Prüfung der Fluoreszenz in meinem Luminoskop [1901, II und 1906]). Diese Karotinlösung zeigt in ihrem Spektrum die Absorptionsbänder 492—475 und 460—445 $\mu\mu$. Wird sie mit 80prozentigem Alkohol ausgeschüttelt, so bleibt die untere, alkoholisch-wässerige Phase vollständig farblos.

Der grüne Niederschlag wird nun auf das Filter gebracht und mit Petroläther behufs Entfernung der letzten Spuren Karotin sorgfältig ausgewaschen. Die abfiltrierende gelbe Flüssigkeit kann man momentan mittelst Knochenkohle regenerieren. Jetzt wird der Niederschlag mit alkoholhaltigem Petroläther behandelt, worin er sich vollständig entfärbt, und man erhält eine schön grüne Lösung, welche nun nach KRAUS mit 80prozentigem Alkohol entmischt werden kann. Die petrolätherische Phase, blaugrün tingiert, enthält hauptsächlich die Chlorophylline, während in den unteren gelben Phasen vornehmlich die Xanthophylle enthalten sind.

Wird der Petrolätherlösung des Chorophylls das Adsorptionsmittel nicht im Überschuss, sondern portionsweise bis zum Verschwinden der Fluoreszenz zugesetzt, so bleiben dann in Lösung neben Karotin auch Xanthophylle. Dieselben können von dem Karotin befreit werden, indem man die abgegossene Lösung wieder mit dem Adsorptionsmittel behandelt und aus der sich bildenden

1) In etwas einfacherer Weise kann man sich eine passende Lösung bereiten indem man die Blätter zuvor auf einige Minuten in warmes (70—80°) Leitungswasser legt und dann, nach der Zerreibung, mit reinem Petroläther extrahiert. Es treten aber dann in den Lösungen einige hier nicht zu erörternde Derivate der Chlorophylline auf.

Adsorptionsverbindung das Pigment mittelst alkoholhaltigen Petroläthers befreit. Die so erhaltene Lösung des Xanthophyllgemisches weist folgende Spektralabsorptionen auf: 480—470 und 452—440 $\mu\mu$. Wird sie mit 80prozentigem Alkohol geschüttelt, so bleibt das Pigment fast vollständig in der alkoholischen Phase.

Die physikalische Erörterung der uns beschäftigenden Adsorptionserscheinungen wird am anderen Orte Platz finden. Es sollen aber schon hier einige betreffende Gesetze und die auf denselben beruhenden Anwendungen erwähnt werden. Das mit einem Farbstoff gesättigte Adsorptionsmittel kann noch von einem anderen eine gewisse Menge aufnehmen und festhalten. Doch treten dabei auch Substitutionen auf. Die Xanthophylle z. B. werden durch die Chlorophylline aus ihren Adsorptionsverbindungen teilweise verdrängt; nicht aber umgekehrt. Es gibt eine gewisse Adsorptionsreihe, nach welcher sich die Stoffe substituieren können. Auf diesem Gesetz beruht die folgende wichtige Anwendung. Wird eine petrolätherische Chlorophylllösung durch eine Säule eines Adsorptionsmittels durchfiltriert (ich verwende hauptsächlich Calciumcarbonat, welches in engen Glasröhren dicht gestampft wird), so werden die Farbstoffe gemäss der Adsorptionsreihe von oben nach unten in verschieden gefärbten Zonen auseinandergelegt, indem die stärker adsorbierten Farbstoffe die schwächer zurückgehaltenen weiter nach unten verdrängen. Diese Trennung wird praktisch vollständig, wenn man nach dem Durchgange der Farbstofflösung durch die adsorbierende Säule einen Strom des reinen Lösungsmittels herstellt. Wie die Lichtstrahlen im Spektrum, so werden in der Calciumkarbonatsäule die verschiedenen Komponenten eines Farbstoffgemisches gesetzmässig auseinandergelegt, und lassen sich darin qualitativ und auch quantitativ bestimmen. Ein solches Präparat nenne ich ein Chromatogramm und die entsprechende Methode, die chromatographische Methode. Nähere Auskunft darüber werde ich in einer späteren Mitteilung geben. Es ist vielleicht nicht überflüssig, schon hier zu betonen, dass diese Methode wie in ihrem Prinzip, so auch in ihrer ausserordentlichen Leistungsfähigkeit nichts mit der sogenannten Kapillaranalyse zu schaffen hat.

Wir haben bisher nur die Adsorption der Chlorophyllfarbstoffe aus der Petrolätherlösung betrachtet. Adsorptionen finden aber auch aus Benzol-, Xylol-, Toluol- und Schwefelkohlenstofflösungen statt. Aus Benzol werden zwar fast nur die Chlorophylline und auch in viel geringerem Grade als aus Petroläther adsorbiert. Kräftig gestaltet sich aber die Adsorption aus $CS_2$, und eine entsprechende Chlorophylllösung, welche man sich einfach durch Bearbeitung der zerriebenen Blätter mit dem reinen Lösungsmittel verschafft, eignet sich vortrefflich für Adsorptionsversuche, besonders für die chromato-

graphische Analyse. Die verschiedenen Farbstoffzonen nehmen im $CS_2$ eine viel glänzendere, gesättigtere Farbe an als im Petroläther, und besonders die Xanthophylle differenzieren sich darin sehr scharf voneinander. Karotin geht als rosagefärbte Lösung durch.

Selbstverständlich sind die beschriebenen Adsorptionserscheinungen nicht nur den Chlorophyllfarbstoffen eigen, und es ist anzunehmen, dass allerlei gefärbte oder farblose chemische Verbindungen denselben Gesetzen unterworfen sind. Ich habe bisher Lecithin, Alkannin, Prodigiosin, Sudan, Cyanin, Solanorubin sowie die Säurederivate der Chlorophylline mit positivem Erfolg untersucht.

Warschau, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

## Literaturverzeichnis.

ARNAUD, A. (1885). Comptes rendus, **100** S. 751.
BORODIN, J. (1882). Botan. Zeitung, **40**, S. 608.
GUIGNET, ER. (1885). Comptes rendus, **100**, S. 434.
KRAUS, K. (1875). Flora, S. 155.
MANN, G. (1891). Transact. of the Bot. Soc. Edinburg, **18**, S. 414.
MOLISCH, K. 1904. Botan. Zeitung, **62**, I. Abt., S. 5.
MONTEVERDE, N. (1893). Acta Horti Petropolitani, **13**, S. 124.
SACHSSE, R. (1877). Die Chemie und Physiologie der Farbstoffe etc. Leipzig.
TSCHIRCH, A. (1884). Botan. Zeitung, **42**, S. 817.
TSWETT, M. (1896). Arch. d. Sc. phys. et nat. Genève [IV] **2**, S. 467.
— (1900), Botan. Centralbl. **81**, S. 81.
— (1901), I. Comptes rendus, **132**, S. 149.
— (1901), II. Zeitschr. f. physik. Chem. **36**, S. 450.
— (1901), III. Travaux de la Soc. d. Nat. de Kazan **35**.
— (1903). Trav. de la Soc. des Nat. de Varsovie, XIV année.
— (1906). Diese Berichte **24**, S. 234.
WIESNER, J. (1874). Sitzungsber. der Wien. Akad. **69**, I. Abt., S. 327.

# 52. Leo Peters: Zur Kenntnis des Wurzelbrandes der Zuckerrübe.

Eingegangen am 29. Juni 1906.

Unter dem Namen „Wurzelbrand" fasst man eine Reihe von Keimlingskrankheiten der Zuckerrübe zusammen, die wegen der grossen Schädigungen, die sie oft dem Zuckerrüben bauenden Landwirt zufügen, gefürchtet werden, zumal die mannigfaltigen Massnahmen zu ihrer Bekämpfung nur selten von sicherem Erfolg begleitet sind. Die Ansichten über die Ursachen der Krankheit

sind noch geteilt, doch herrscht darüber wohl ziemlich Einigkeit, dass vorwiegend pflanzliche Parasiten eine Rolle als Erreger spielen, wenn auch jedenfalls äussere Umstände wie Witterung und Bodenbeschaffenheit von grossem Einfluss sind. Da für eine rationelle Bekämpfung die gründliche Kenntnis der Krankheit unerlässlich ist, war mir in erster Linie daran gelegen, über Ursachen und Verlauf der Wurzelbranderkrankungen Klarheit zu gewinnen.

Zunächst wurden *Pythium de Baryanum* Hesse und *Phoma betae* Frank, zwei Pilze, die allgemeiner als Erreger des Wurzelbrandes angesehen werden, auf ihre ursächliche Bedeutung für die Entstehung dieser Krankheit untersucht.

RUDOLF HESSE[1]) hatte 1872 gefunden, dass *Pythium de Baryanum* die jungen Keimlinge von *Camelina sativa*, *Trifolium repens*, *Spergula arvensis* und *Panicum miliaceum* zum Absterben bringen und diejenigen von *Zea Mays* wenigstens krank machen kann. Bei *Camelina sativa* beobachtete er auf dem Objektträger im Wasser das Eindringen des vegetativen Mycels und der Keimschläuche der Zoosporen und Conidien in kräftige junge lebende Pflanzen, bei den anderen Arten scheint er sich auf die Infektion mittels kranker Erde und auf den mikroskopischen und kulturellen Nachweis des Pilzes im erkrankten Gewebe beschränkt zu haben. Da HESSE die Rübe nur im Titel erwähnt, hat er sie vermutlich zu spät in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen, um noch im Text über sie berichten zu können. Aber auch für den Fall, dass seine Untersuchungsmethode hier dieselbe gewesen ist, wie die bei *Camelina sativa* angewandte, HESSE also bei der Rübe nicht nur den Parasiten mikroskopisch und kulturell im Gewebe der erkrankten Pflanze nachwies, sondern auch das Eindringen des Pilzes in die Rübenpflänzchen beobachtend verfolgte, schien es mir doch wichtig zu sein, unter natürlichen Bedingungen Infektionsversuche mit Reinkulturen des Pilzes zu machen. Während ich noch versuchte, nach dem von TROW[2]) angegebenen Verfahren aus kräftig entwickeltem Luftmycel des Pilzes zu Reinkulturen zu gelangen, wurde ich durch Herrn Professor G. BERTHOLD auf die Erfolge, die er nach der Methode von G. KLEBS[3]) mit der Kultur verwandter Saprolegnieen auf Neutralgelatine erzielt hatte, aufmerk-

1) *Pythium de Baryanum*, ein endophytischer Schmarotzer in den Geweben der Keimlinge der Leindotter, der Rüben, des Spergels und einiger anderer landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. (Inaug.-Diss. von Göttingen.) Halle a. S. 1874. Vgl. a. LOHDE in Tageblatt der 47. Naturforscherversammlung 1874 und DE BARY in Botan. Zeitg. 1881, S. 528f.

2) A. H. TROW, Observations on the biology and cytology of *Pythium ultimum* n. sp. Annals of Botany 1901, S. 269.

3) G. KLEBS, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 33, S. 514.

sam gemacht und fand bald, dass die Reinkultur nach diesem Verfahren überraschend gut gelingt. Bringt man ein kleines Stück eines *Pythium* enthaltenden Rübenpflänzchens auf neutrale Fleischpeptongelatine, so wächst der Pilz so kräftig, dass er schon nach einem Tage aus dem Bereich der sich gleichzeitig bildenden Bakterienkolonien herausgewachsen ist. Durch wiederholtes Überimpfen lässt sich dann eine von Bakterien vollkommen freie Kultur erhalten. Die mikroskopische Untersuchung solcher Kultur zeigt ferner, dass sie auch frei von Pilzen mit septiertem Mycel ist; nur bleibt die Möglichkeit bestehen, dass ein gleich schnell wachsender verwandter Pilz mit unseptiertem Mycel als Verunreinigung in der Kultur vorhanden wäre. *Pythium de Baryanum* fruktifiziert nämlich weder direkt auf neutraler Fleischpeptongelatine, noch bildet es dann normale Früchte, wenn ein den Pilz tragendes Stückchen dieses Nährbodens ins Wasser gebracht wird. Dagegen bildet es sehr bald, nach drei oder vier Tagen, normale Conidien, Oogonien mit Antheridien und Oosporen, wenn der auf sterilisierten Rübenblattstielen kultivierte Pilz in Wasser gebracht wird. Durch Isolation einer so gewonnenen Conidie oder durch die Verdünnungsmethode auf Gelatineplatten, gelangt man dann leicht zu einer Reinkultur des Pilzes.

Alle meine Infektionsversuche wurden in Blumentöpfen ausgeführt, die 7—8 *kg* Erde des Dahlemer Versuchsfeldes enthielten und mit Inhalt an 2—3 auf einander folgenden Tagen etwa eine Stunde auf ca. 120° C. im Autoklaven gehalten waren. Die Sterilisation des Saatgutes, von dem nur grössere Knäule verwandt wurden, geschah in der Weise, dass die Saat $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunde in einem geschlossenen Glasgefässe mit 25prozentiger Salzsäure behandelt, dann mit sterilisiertem Wasser ausgewaschen, der anhaftende Rest der Säure mit sterilisierter Kalkmilch abgestumpft und diese mit sterilisiertem Wasser sorgfältig ausgewaschen wurde.[1])

Zur Infektion mit *Pythium* wurde eine zahllose Conidien und Oosporen enthaltende Reinkultur in sterilem Wasser aufgeschwemmt und hiermit Mitte Februar dieses Jahres ein Teil der im geschlossenen, geheizten Vegetationshaus befindlichen Töpfe am Tage der Aussaat gegossen und andere gleichzeitig mit Mycel geimpft. Das Wachstum in den 6 Kontrolltöpfen war gut; es wurden am neunten Tage im Mittel 87 gesunde Pflanzen pro Topf gezählt. Dagegen lief auf allen acht infizierten Töpfen überhaupt keine Pflanze auf, und die Untersuchung zeigte, dass die Rübensamen zum Teil bereits in den Knäueln, bei einer Länge der Radicula von etwa $^1/_2$ *cm* zu Grunde gegangen waren. Drei der Kontrolltöpfe wurden

1) Vgl. A. Maassen, Über Gallertbildungen in den Säften der Zuckerfabriken. Arb. a. d. Biol. Abt. f. Land. u. Forstwirtsch. am K. Ges.-A., Bd. V, Heft 1, S. 28.

an diesem Tage mit frisch gezüchtetem Mycel geimpft, worauf noch ein grosser Teil der Pflanzen ebenfalls zu Grunde ging. Zwei weitere Reihen von Topfversuchen wurden Anfang Mai und Anfang Juni im Freien, also unter mehr normalen Verhältnissen, angestellt. Beide bestätigten das zuerst erhaltene Resultat, dass *Pythium de Baryanum* Hesse junge Rübenpflänzchen vor dem Auflaufen abzutöten und auch noch bei späterer Infektion junge kräftig entwickelte Pflanzen zu infizieren und einen Teil zu Grunde zu richten vermag.

Als zweiter Erreger des Wurzelbrandes wurde zuerst von FR. KRÜGER[1]) *Phoma betae* Frank aufgeführt. KRÜGER zeugte die Anwesenheit dieses Pilzes auf wurzelbrandigen Rübenpflanzen dadurch, dass er auf ihnen, nachdem sie längere Zeit auf feuchtem Filtrierpapier gelegen hatten, *Phoma*-Pykniden nachwies.

Da der von ihm beschriebene Infektionsversuch[2]) mit Rohkulturen und nicht mit Reinkulturen, auch nicht mit sterilisiertem Saatgut angestellt worden war, die Gegenwart von *Phoma betae* auf wurzelbrandigen Rübenpflanzen aber sehr oft festgestellt werden kann, erschien es angebracht, auch mit Reinkulturen von *Phoma betae* Infektionsversuche auszuführen. Dieser Pilz lässt sich leicht aus Sporen auf sauren Gelatinenährböden in Reinkultur erhalten und bildet nach Verlauf von etwa 14 Tagen auf ausgewachsenen sterilisierten Rübenblattstielen zahllose Pykniden mit reifen, gut keimungsfähigen Sporen. Der erste Infektionsversuch wurde Mitte März im geschlossenen Vegetationshause in der Weise durchgeführt, dass gleichzeitig mit der Aussaat reichhaltige Aufschwemmungen von Sporen auf die Erde gegeben wurden. Für diese erste Versuchsreihe wurden vier Kulturen verschiedener Abstammung benutzt, von denen zwei aus Pykniden stammten, die 1905 auf trockenfaulen Rüben verschiedener Herkunft gefunden waren, eine weitere von Blattflecken und die letzte endlich von einem wurzelbrandigen Keimpflänzchen gewonnen war. Der Erfolg der Impfung war, dass in feuchter Atmosphäre, besonders unter der Glasglocke, die Pflanzen zwar meist aufliefen, aber im Verlauf einer weiteren Woche unter vollständiger Fäulnis zu Grunde gingen.

Im Juni wurden diese Topfversuche unter natürlichen Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnissen im Freien wiederholt. Hierbei ging zwar nur eine geringe Zahl der Pflanzen kurz nach dem Auflaufen zu Grunde, die übrig bleibende Mehrzahl aber wies eine bis

---

1) FR. KRÜGER, *Phoma betae* (Frank) als einer der Erreger von Wurzelbrand der Rübenpflanze. Zeitschr. des Vereins f. d. Rübenzuckerindustrie des Deutschen Reiches 1893.

2) Derselbe, Weitere Untersuchungen über die neue Krankheit der Zuckerrübe, verursacht durch *Phoma betae* (Frank). Ebenda 1893.

1 *cm* lange, meist mit Einschnürung verbundene Bräunung des untersten nicht aus der Erde ragenden Teils des Hypocotyls, also eins der typischen Krankheitsbilder des Wurzelbrandes auf. Die Kontrollpflanzen waren ausnahmslos gesund.

Dieses Resultat steht also in Übereinstimmung mit den von LINHART[1]) erhaltenen Ergebnissen, nach welchen im Keimbett, also bei grosser Feuchtigkeit, die jungen Rübenpflänzchen durch *Phoma betae* zu Grunde gehen können. HILTNER und PETERS[2]) waren dagegen zu anderen Resultaten gelangt, die allerdings bei wesentlich verschiedener Versuchsanordnung gewonnen waren. Welche Umstände diese entgegengesetzten Resultate hervorgerufen haben, lässt sich nachträglich im Einzelfalle kaum noch feststellen. Aus den eben beschriebenen neuen Versuchen geht jedenfalls mit Sicherheit hervor, dass *Phoma betae* Frank als ein obligater Wurzelbranderreger anzusehen ist.

Bei der kulturellen Untersuchung von hier eingelaufenen wurzelbrandigen Pflanzen fand ich bei einer nicht unbeträchtlichen Anzahl weder *Pythium de Baryanum*, noch *Phoma betae*, dagegen einen der Saprolegnieengattung *Aphanomyces* angehörigen Pilz. Es gelang mir, diesen im Vergleich mit *Pythium* auf Gelatine- und Agar-Nährböden ziemlich langsam wachsenden Pilz auf schwach saurer Fleischpeptongelatine nach der für *Pythium* beschriebenen Methode in Reinkultur zu gewinnen. Der Pilz, dessen Lebensbedingungen noch nicht genauer untersucht sind, wächst am besten auf neutralen Nährböden und hält sich wie *Pythium* am längsten in dem ebenfalls schon von KLEBS[3]) für Saprolegnien benutzten Erbswasser.

Zu der von DE BARY[4]) aufgestellten Gattung *Aphanomyces* werden fünf Arten gerechnet, von denen zwei für Algen parasitär sind, *A. phycophilus* de Bary und *A. norvegicus* Wille,[5]) während die andern drei bis jetzt nur als Saprophyten bekannt sind. Vier dieser Arten haben Oogonien mit höckeriger oder stacheliger Oberfläche, nur eine, *A. laevis* hat vollkommen glatte Oogonien. In Aussehen und Grösse der Oogonien, dem einzigen von DE BARY angeführten Bestimmungs-

1) LINHART, Krankheiten des Rübensamens. Österreichisch-Ungarische Zeitschrift f. Zuckerindustrie und Landwirtschaft XXVIII, 1899, S. 15. LINHART und HEGGI, Krankheiten des Rübensamens. Ebenda S. 145.

2) HILTNER und PETERS, Untersuchungen über die Keimlingskrankheiten der Zucker- und Runkelrüben. Arb. aus d. Biolog. Abt. des Kais. Ges.-Amtes, Bd. IV, 1904, S. 240. Siehe auch PETERS, Zeitschr. des Vereins der D. Zuckerindustrie 55, S. 165.

3) Vgl. KLEBS, a. a. O.

4) ANTON DE BARY, Einige neue Saprolegnieen. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. II. S. 169.

5) N. WILLE, Om nogle Vandsoppe. Skrifter udgivne af Videnskapselskabet i Christiania 1899 No. 3.

merkmale, stimmt diese Art mit dem von mir aus wurzelbrandigen Rüben isolierten Pilz überein, sodass ich, da auch sonst Unterschiede bisher nicht zu konstatieren waren, nicht zögere, ihn als *Aphanomyces laevis de Bary* anzusprechen. Im Juni unter den erwähnten Kautelen mit Reinkulturen des Pilzes angestellte Infektionsversuche hatten positiven Erfolg. Bei Impfung am Tage der Aussaat ging ein beträchtlicher Teil der Pflanzen im jüngsten Entwickelungszustande, noch bevor die Kotyledonen aus der Samenhöhle herausgekommen waren, ähnlich wie bei *Pythium*-Infektion zugrunde. Ein anderer Teil starb noch ab, nachdem die Pflanzen ihre Kotyledonen entfaltet hatten, und nur ein kleiner Rest überstand die Krankheit. Ebenso führte eine kurz vor dem Auflaufen der Rübenpflänzchen bewirkte Impfung noch zu einer Erkrankung, die vielfach den Tod zur Folge hatte. Die Kontrolltöpfe zeigten nur gesunde, üppig entwickelte Pflanzen. Aus den Ergebnissen dieser Versuche und dem häufigen Vorkommen des Pilzes im Gewebe kranker Rübenpflänzchen muss daher geschlossen werden, dass auch *Aphanomyces laevis* de Bary zu den Erregern des sog. Wurzelbrandes der Zuckerrüben zu zählen ist.

Der mikroskopische Nachweis der pilzlichen Parasiten in den dem Boden frisch entnommenen kranken Pflanzen gestaltete sich bisher, da Fruktifikationsorgane sehr häufig nicht aufzufinden sind, das Aussehen der Mycelien aber brauchbare Handhaben zur Bestimmung der Pilze nicht liefert, meist recht unsicher. Dagegen gelingt es leicht, die genannten Pilze in verhältnismässig kurzer Zeit zur Bildung ihrer charakteristischen Fruktifikationsorgane zu veranlassen, indem man die kranken Pflanzen für einige Zeit mit Wasser bedeckt hält. Nach verschiedenen Vorversuchen erwies sich das folgende Verfahren, dem die von HESSE angewandte Methodik zugrunde liegt, nicht nur für den Nachweis von *Pythium*, sondern auch für den der beiden anderen Pilze als das brauchbarste. Die Rübenpflänzchen werden zunächst unter der Wasserleitung kräftig abgebraust und darauf einzeln wiederholt in sterilisiertem Wasser abgewaschen. Alsdann wird je eine Pflanze, wenn nötig, nach Kappen der Blätter, in einer sterilisierten Petrischale mit sterilem Wasser eben bedeckt.

*Pythium de Baryanum* pflegt bei dieser Versuchsanordnung bereits nach 3—4 Tagen auch ausserhalb des Gewebes Conidien, Oogonien mit Antheridien und Oosporen, selten aber Zoosporangien mit Zoosporen zu bilden. Bei Gegenwart von *Phoma betae* finden sich auf jungen Pflanzen schon nach einigen Tagen, auf älteren oft erst nach 2—3 Wochen Pykniden. *Aphanomyces laevis* ist oft schon nach 24 Stunden, bei älteren ausheilenden Pflanzen meist nach einigen Tagen an der Bildung zahlreicher ins Wasser ragender Zoosporangien mit ruhenden, ausschwärmenden oder keimenden Zoosporen zu er-

kennen, während im Gewebe des Hypokotyls, seltener in anderen Teilen der Pflanze, Oogonien und reife Oosporen nachzuweisen sind. Da an eingesandten Pflanzen Mischinfektionen mehrfach zur Beobachtung kamen, wurden natürlich die nass gelegten Rüben so lange Zeit beobachtet, bis über das Vorhandensein oder Fehlen jedes der drei Erreger Klarheit geschaffen war. Nach diesem Verfahren sind im Mai und Juni d. J. in dem Herrn Regierungsrat BUSSE unterstellten Laboratorium über 800 aus den verschiedensten Teilen Deutschlands stammende Rübenpflanzen untersucht und zwar mit dem befriedigenden Ergebnis, dass bis auf wenige Ausnahmefälle der Erreger der Krankheit festgestellt werden konnte.

Zur Beurteilung dieser Ausnahmefälle ist zu bemerken, dass sie sich entweder auf Pflanzen bezogen, deren geringfügige Krankheitssypmtome die Zugehörigkeit zum Wurzelbrand ohnehin zweifelhaft erscheinen liessen, oder auf sichtlich in Ausheilung begriffene Pflanzen, die das kranke Rindengewebe bereits zum grossen Teil abgestossen hatten. Trotzdem besteht die Möglichkeit, dass mit den hier genannten drei Pilzen die Liste der Wurzelbranderreger nicht abgeschlossen ist, und dass noch andere Parasiten in Frage kommen, die sich bisher der Beobachtung entzogen haben.[1]) Es mag noch bemerkt werden, dass die hier genannten drei Parasiten bisweilen auf einem und demselben Felde neben und miteinander ihre schädlichen Wirkungen ausübten, während an anderen Orten nur zwei von ihnen oder gar nur einer als Wurzelbranderreger in Kraft treten.

Die Untersuchungen über die Wurzelbranderkrankungen der Zuckerrübe und die Versuche zu ihrer Bekämpfung werden von seiten unseres Laboratoriums fortgesetzt und eine ausführliche Arbeit über die Gesamtergebnisse wird in den „Arb. aus der Kais. Biol. Anst.“ erscheinen.

Kais. Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. Dahlem, Juni 1906.

---

1) J. BRZEZINSKI spricht in einer uns soeben zugegangenen Arbeit (*Myxomonas betae*, parasite des betteraves. Extrait du bullet. de l'Acad. des sciences de Cracovie. Cl. des sciences mathém. et nat. Séance du 5 mars 1906) die Ansicht aus, dass die von ihm gefundene *Myxomonas betae* nov. sp. der alleinige Erreger des Wurzelbrandes und auch der Herz- und Trockenfäule der Zuckerrübe sei und dass die anderen, bisher als Erreger angesprochenen Pilze nur als „Schwächeparasiten“ aufzufassen seien.

# 53. Reinhard Euker: Zum Leitbündelverlaufe von Convallaria majalis L.

Eingegangen am 3. Juli 1906.[1])
Mit Tafel XV.

Die vorliegende kleine Arbeit entstand auf Anregung und unter Leitung von Herrn Professor Dr. A. MEYER. Er wünschte zum Zwecke der Aufnahme in sein „Erstes mikroskopisches Praktikum“ die genaue Untersuchung eines Achsenstückes von *Convallaria majalis L.* mit besonderer Berücksichtigung der Leitbündelverbindung zwischen den Wurzeln und Laubblättern, welche auch vom physiologischen Gesichtspunkte aus betrachtet werden sollte.

Zur Untersuchung des Leitbündelverlaufes wurde ein Rhizomstück in 15 $\mu$ dicke Querschnitte mittelst des Mikrotomes zerlegt, die Querschnitte mit dem ABBE'schen Zeichenprisma gezeichnet und die Bilder dann kombiniert. Es wurde auch ein Modell des Leitbündelverlaufes in der Weise hergestellt, dass ein Querschnitt aus jedem Knoten vergrössert auf starker Pappe dargestellt wurde, und die vorher genau mit bestimmten Farben und Zahlen bezeichneten denselben Leitbündeln angehörigen Bündelquerschnitte durch hindurchlaufende Drähte verbunden wurden. Dieses Modell diente wesentlich der Klärung der komplizierten Verhältnisse.

*Convallaria majalis* besitzt bekanntlich Ausläufer mit langen Internodien, deren Spitze sich nach ein oder zwei Jahren, von dem Auswachsen des Ausläufers an gerechnet, aufrichtet und dann nur kurze Internodien bildet. Während der Ausläufer und die auf ihn folgenden Regionen von unten her allmählich absterben, wächst die jetzt senkrecht stehende Achse Jahr für Jahr oben weiter, ohne jedoch vor der Blütezeit aus dem Erdboden hervorzutreten. Über die morphologischen Verhältnisse hat wohl TH. IRMISCH (1854) die eingehendsten und grundlegenden Untersuchungen angestellt. Ferner finden sich Angaben über sie bei A. BRAUN (1876), GUILLAUD (1878), MANGIN (1882), SCHOLZ (1888), SCHULZE (1899) und in neuerer Zeit bei H. MÜLLER (1906). Der Leitbündelverlauf von *Convallaria majalis* ist dagegen von diesen Autoren entweder gar nicht oder nicht eingehend untersucht worden.

Laubblätter trägt die Pflanze nur an den senkrecht stehenden

1) Vorgetragen in der Generalversammlung zu Marburg i. H. am 6. Juni 1906.

Achsen. Daher beschränkte sich meine Untersuchung nur auf sie und hielt sich im wesentlichen an das in Fig. 1 dargestellte Achsenstück. Dieses gehörte einer am 11. Mai 1905 dem Boden entnommenen Pflanze an. Es zeigt unter dem Niederblatt, welches die auf der Abbildung querdurchschnittene eben aufgebrochene Knospe für das Jahr 1905 umschliesst, noch zwei ganze Jahresproduktionen, die von 1904 und 1903, sowie das obere Ende der Jahresproduktion von 1902, an dem eine Laubblattnarbe zu sehen ist. Die Jahresproduktion von 1904 hatte drei Laubblätter (*l*) und vier Niederblätter (*n*), die von 1903 dagegen nur zwei Laub- und drei Niederblätter. Auf dem schematisch gezeichneten Längsschnitte durch dieses Achsenstück, von Fig. 4, sind die Narben der Laubblätter mit *l*, 1—3 bzw. 2. die der Niederblätter mit *n*, 1—4 bzw. 3, bezeichnet.

Nebenwurzeln finden sich bei dem in Fig. 1 abgebildeten Achsenstücke nur an der Jahresproduktion von 1903 und weiter abwärts, während die von 1904 noch frei von ausgewachsenen Wurzeln ist. In den Achseln einiger Laubblätter sind Knospen zu sehen, die sämtlich noch in jungen Stadien sind. Geblüht hatte die Pflanze noch nicht.

Die ungefähr 13 Spurstränge eines jeden der stengelumfassenden Laubblätter von 1904 treten bei dem abgebildeten Achsenstücke in einem Winkel von 45—55° gegen die Horizontalebene geneigt in die Achse ein und dringen durch die Endodermis verschieden tief in das Innere des Zentralzylinders. Dabei sind die Medianbündel weder durch Grösse noch durch tieferes Eindringen vor den ihnen gegenüber in den Zentralzylinder eintretenden seitlichen ausgezeichnet, im Gegensatz zu ihrem Verhalten bei vielen anderen Monokotyledonen. 90 pCt. der Laubblattspurstränge bleiben bis zur oberen Grenze der nächst unteren Jahresproduktion im Innern des Zentralzylinders. Erst in der Höhe des obersten Knotens der Jahresproduktion von 1903 wenden sie sich gegen die Peripherie und verlaufen dort, sich in Äste spaltend und mit den Ausstrahlungen der Wurzelstränge verbunden, weiter nach abwärts, um sich schliesslich an die Spurstränge älterer Blätter anzusetzen. Schon während ihres Verlaufes im Innern des Zentralzylinders kamen Spaltungen der Bündel und Verschmelzungen der Laubblattspurstränge untereinander, sowie mit den sich im allgemeinen ebenso wie sie verhaltenden, aber bedeutend kleineren Spursträngen der Niederblätter vor. Bemerkenswert ist, dass einige der letzteren blind in der Rinde endigten. Die Blattspuren der Jahresproduktion von 1903 konnte ich nur bis unterhalb des obersten Laubblattknotens von 1902 verfolgen. Bis dahin verhielten sie sich jedoch ähnlich wie die von 1904. Sie unterschieden sich nur dadurch von

ihnen, dass von ihren Laubblattspursträngen statt 10 pCt. 33 pCt. bis zur oberen Grenze der nächst unteren Jahresproduktion an die Peripherie des Zentralzylinders zurückgekehrt und dort mit Wurzeln in Verbindung getreten waren. Ergänzt wird diese Lücke in der Beobachtung des Verlaufes der Spurstränge der Blätter von 1903 jedoch einigermassen dadurch, dass die unteren peripheren Teile der Blattspurstränge von 1905, die in der Jahresproduktion von 1904 verlaufen, untersucht werden konnten. Diese verhielten sich ebenso wie die entsprechenden in der Jahresproduktion von 1903 verlaufenden Stücke der Blattspuren von 1904.

Dies Verhalten der Leitbündel ist schematisch auf Fig. 4 dargestellt. Die linke Seite dieser Figur soll den Ansatz der Blattspuren an die Nebenwurzeln, die rechte ihren Zusammenhang mit den Blättern zur Anschauung bringen. Daher sind links die in der Rinde befindlichen Stücke der Blattspurstränge, rechts die Wurzeln weggelassen. Die Grenzen der Jahresproduktionen sind durch die gestrichelten Linien in der Rinde angedeutet. Wie jeder derartige schematische Längsschnitt leidet die Figur daran, dass nur Repräsentanten der Blattspurstränge ganz eingezeichnet werden konnten. Die für die an der Peripherie des Zentralzylinders herablaufenden Spurstränge eingezeichnete Verjüngung nach unten soll einmal das tatsächliche Dünnerwerden der peripheren Leitbündel, dann aber auch die starke Abnahme ihrer Anzahl und damit der Gesamtsumme ihrer Elemente durch Ansatz der Stränge aneinander zum Ausdruck bringen. Der tangential schiefe Verlauf vieler Leitbündel ist auf Fig. 4 dadurch angedeutet, dass von einigen von ihnen nur Teile eingezeichnet wurden. Die Abweichung eines Stranges in der Richtung der Tangente von dem Punkte an, wo er in den Zentralzylinder eintrat, bis zu dem, wo er tiefer unten seine Oberfläche wieder erreicht, kann bis zu 180° steigen. In diesem Falle kann der betreffende Strang einfach quer durch den Zentralzylinder hindurchlaufen. Ein solches Durchtreten eines Leitbündels durch das Zentrum der Achse, wie es ein Ast des Medianbündels des obersten Laubblattes von 1904 (auf Fig. 4, Bündel $l_1$, $a$, $x$) zeigt, begegnete mir in dem auf Fig. 1 abgebildeten Achsenstücke zweimal. FALKENBERG gibt ein derartiges Verhalten beim Leitbündelverlauf von *Nidularium rigidum* an (1876, Tf. 1, Fig. 5). Stammeigene Leitbündel neben den Blattspuren sind bei *Convallaria majalis* nicht vorhanden.

Was die Verbindung der Leitbündel untereinander betrifft, so kann man viererlei Arten unterscheiden. Einmal die einfache Verschmelzung zweier konzentrischer Leitbündel im Innern des Zentralzylinders. Ich fand, als ich ihren Verlauf von der Spitze der Achse nach der Basis hin verfolgte, diese Art der Verbindung in der

Jahresproduktion von 1903 ungefähr 50 mal, ausserdem noch ungefähr 20 mal an Verzweigungsstellen der hinablaufenden Leitbündel. Bei zwei basipetal sich vereinigenden Spursträngen z. B. sieht man an höheren Querschnitten zunächst die einander zugekehrten Seiten der Tracheenteile verschmelzen. An etwas tiefer liegenden schwindet die Tracheenreihe, welche noch die Siebteile trennte, worauf das zunächst im Querschnitt noch elliptische Leitbündel sich abrundet.

Sehr eigentümlich ist die zweite Art des Ansatzes der Leitbündel aneinander. Sie tritt jedesmal beim Eintritt eines Blattspurstranges in das Innere des Zentralzylinders auf, wofern an den betreffenden Stellen peripher verlaufende Leitbündel vorhanden sind, in der Jahresproduktion von 1903 etwa 65 mal. Diese Art der Verbindung besteht darin, dass die an der Peripherie des Zentralzylinders hinablaufenden unteren Teile der Spurstränge höherer Blätter einen Teil ihrer Elemente an die neu in ihn eintretenden Blattspurbündel abgeben, wie es in Fig. 4 angedeutet ist. Besonders ist es dort an der Stelle des Eintrittes des vom 3. Laubblatt ($l_3$) von 1904 herrührenden Spurstranges angedeutet. In Fig. 2 habe ich diese Art der Leitbündelverbindung noch einmal durch ein Schema von sechs successiven Querschnitten erläutert. Die Fig. 2, I zeigt die Endodermis als Strich und auf ihrer äusseren konkaven Seite (oben) einen kurz über dem betreffenden Querschnitt in die Achse eingetretenen Blattspurstrang. Auf der inneren Seite der Endodermis verlaufen zwei Stränge, die unteren peripheren Teile der Spurstränge höherer Blätter, welche wie alle peripheren Leitbündel ebenso wie die neu in die Achse eingetretenen Blattspurstränge kollateral sind. Die Tracheenteile der Leitbündel sind auf den Querschnitten von Fig. 2 kariert, die Siebteile punktiert angegeben. In dem der Fig. 2, II entsprechenden Querschnitte ist der neu eingetretene Strang bereits in das Innere des Zentralzylinders eingedrungen. Etwas weiter abwärts treten dann die peripheren Leitbündel mit ihm in Verbindung, wobei die gleichnamigen Teile einander berühren (Fig. 2, III). Darauf kommt es in den peripheren Bündeln zu einer Spaltung derart, dass (Fig. 2, IV) der eine Teil eines jeden von ihnen als kollateraler Strang an der Peripherie zurückbleibt, ihre anderen Teile dagegen sich an das neu eingetretene Bündel ansetzen (Fig. 2, V), und zwar an seiner äusseren der Peripherie der Achse zugekehrten Seite, allmählich die Tracheen nach aussen, das Siebgewebe nach innen wendend, so dass gleichsam die ersteren dieses auf den successiven Querschnitten zu umwachsen scheinen. Auf diese Weise wandelt sich das neu eingetretene kollaterale Leitbündel in ein konzentrisches um (Fig. 2, VI). Konzentrisch bleibt es im ganzen Innern des Zentralzylinders auch nach Vereinigung mit anderen ebenfalls konzentrischen Leit-

bündeln und nach Verzweigungen. Erst wenn es wieder die Peripherie erreicht, wird es kollateral wie die übrigen an der Peripherie des Zentralzylinders verlaufenden Leitbündel, indem sich einfach an seiner äusseren Seite der Tracheenring öffnet.

Von den eben in das Innere des Zentralzylinders eingetretenen, schon konzentrisch gewordenen Leitbündeln gehört daher eigentlich nur der nach der Mitte der Achse hin gelegene Teil, der sich von dem äusseren mit Tüpfeltracheen versehenen durch seine Spiralfaserverdickungen unterscheidet, zu dem Blatte, aus dem der Strang als Spurstrang herrührt, der ganze äussere der Peripherie der Achse zugekehrte dagegen zu irgend welchen viel weiter oben sitzenden Blättern. Dies Verhältnis kommt auch darin zum Ausdrucke, dass der innere in das ältere Blatt direkt auslaufende Teil, wie bereits WILHELM SCHULZE (1899, S. 33) angibt, früher als der äussere ausgebildet wird, zu einer Zeit, in der der betreffende Achsenteil noch Umwandlungen unterworfen ist, wodurch sich die Spiralfaserverdickungen erklären. Fig. 3 zeigt das mit dem ABBE'schen Zeichenapparate entworfene Stück eines Querschnittes, der einen eben in den Zentralzylinder eingetretenen Blattspurstrang gerade an der Stelle getroffen hat, wo sich die Tracheen zum Kreise um den Siebteil schliessen (entsprechend Fig. 2, VI). Die Grenze zwischen den älteren spiralig verdickten Tracheen und den jüngeren getüpfelten ist bei diesem Bündel durch eine Linie *g* schematisch angedeutet. Dass auf Fig. 3 statt zweier drei an der Peripherie zurückbleibende Leitbündel zu sehen sind, hat seinen Grund darin, dass der auf dem Bilde obere periphere Strang den kleineren mittleren während des Durchtritts des neu eintretenden Bündels abschnürte. Ebenso kann es andererseits vorkommen, dass sich nach der Trennung von dem neu eintretenden Blattspurstrange die peripher bleibenden Bündel zu einem einzigen vereinen. Die geschilderte Art der Verbindung an der Oberfläche des Zentralzylinders verlaufender Leitbündel durch Zweige von ihnen mit neu eintretenden Blattspursträngen, welche so regelmässig auftritt, erinnert an bei den Dikotylen herrschende Verhältnisse, und es würde vielleicht eine dankbare Aufgabe sein, nach derartigen Verbindungen auch bei anderen Monokotylenrhizomen zu suchen.

Bedeutend seltener wie die beiden genannten Arten der Leitbündelverbindung kommt die dritte Art vor. Ich habe sie in der Jahresproduktion von 1903 der in Fig. 1 abgebildeten Pflanze etwa 20 mal beobachtet. Sie besteht darin, dass sich der Peripherie des Zentralzylinders wieder nähernde konzentrische Leitbündel, wenn sie an der Peripherie auf dort verlaufende kollaterale stossen, mit diesen sich vereinigen. Auch hier legen sich wie bei der an erster Stelle genannten Art der Leitbündelverbindung zuerst die Tracheenteile

aneinander, worauf die die Siebteile noch trennende Tracheenreihe schwindet. Dadurch wird die Verschmelzung vollkommen und das neue Leitbündel läuft als kollaterales an der Peripherie hinab.

Sehr selten, von mir nur einmal gesehen, ist die vierte Art der Leitbündelverbindung. Bei dieser verschmelzen schon länger an der Peripherie des Zentralzylinders verlaufende kollaterale Leitbündel seitlich miteinander, indem sie sich nähern und zunächst die einander zugekehrten Stücke der auf Querschnitten hufeisenförmigen Tracheenteile verschmelzen, worauf sich durch Verschwinden der trennenden Tracheenreihe auch die Siebteile vereinigen. Häufiger ist eine seitliche Verbindung der peripher verlaufenden kollateralen Leitbündel durch von den Wurzelsträngen ausstrahlende anastomosenartige Leitbündel.

Die Wurzeln sind nämlich in der Weise mit dem Leitungssysteme der Achse verbunden, dass sich ihre Tracheen und Siebteile strahlenförmig über die Oberfläche des Zentralzylinders verbreiten und sich an die gleichnamigen Teile der an seiner Peripherie verlaufenden Blattspurstränge ansetzen. Dadurch entsteht ein Netz an den Insertionsstellen der Wurzeln, das sich über den ganzen Umfang des Knotens zu verbreiten scheint. Doch sind die einzelnen Ausstrahlungskreise, wie ich fand, deutlich von einander getrennt. Über die Entwicklungsgeschichte des Wurzelnetzes bei *Convallaria majalis* finden sich genaue Angaben bei MANGIN (1882, S. 254 ff, 294 ff) der jedoch, wie es scheint, eine viel zu enge Verbindung zwischen den von verschiedenen Wurzeln ausstrahlenden Leitbündelteilen annimmt (S. 295).

Die aus den Axillarknospen in die Hauptachse eintretenden Bündel treten gar nicht oder nur wenig in das Innere des Zentralzylinders ein. Sie bleiben an der Peripherie der Seite, an welcher die Axillarknospe sitzt und setzen sich dort an die an der Peripherie des Zentralzylinders verlaufenden Blattspurstränge der Hauptachse an. Dabei biegen die in seinem Inneren verlaufenden Leitbündel vor den eintretenden Achselknospensträngen nach der entgegengesetzten Seite hin aus, wodurch ein stark tangential schiefer Verlauf derjenigen Leitbündel hervorgerufen wird, welche um $^1/_4$ des Achsenumfanges von der Knospe entfernt in der Nähe der Endodermis im Zentralzylinder der Hauptachse verlaufen.

Für die Arbeit der assimilierenden Laubblätter ist eine direkte Verbindung derselben mit den Nebenwurzeln des Rhizoms von grosser Bedeutung. Betrachten wir uns im Hinblick auf diese Verbindung zunächst die Spurstränge der Laubblätter von 1904 des in Fig. 1 abgebildeten Achsenstückes etwas näher. Bei ihrem Eintritte in das Innere des Zentralzylinders streifen sie die Tracheen der Wurzelanlagen, wobei sie sie jedoch kaum berühren. Sodann setzen

sich nach der zweiten oben beschriebenen Art der Leitbündelverbindung Äste der in der Jahresproduktion von 1904 an der Peripherie des Zentralzylinders verlaufenden Spurstränge der Blätter von 1905 an sie an. Die an der Peripherie zurückbleibenden Teile dieser Blattspurbündel stehen mit den an der Jahresproduktion von 1904 sitzenden Wurzelanlagen (auf Fig. 4 mit *Wa* bezeichnet) in direkter Verbindung. Dadurch wird auch eine Verbindung der Blattspuren von 1904 mit diesen Wurzelanlagen gleich bei ihrem Eintritte in den Zentralzylinder hergestellt. Diese Verbindung ist jedoch keine direkte, da die Tracheen und wohl auch die Siebteile dieser Blattspurbündel sämtlich in das Innere des Zentralzylinders treten, und von ihnen keine Elemente an der Peripherie verbleiben. Daher könnte Wasser, welches aus den Wurzelanlagen der Jahresproduktion von 1904, wenn diese noch zu Lebzeiten der Laubblätter von 1904 ausgewachsen wären, in diese Blätter gelangen sollte, an den Verbindungsstellen zwischen den an der Oberfläche des Zentralzylinders verlaufenden Leitbündeln und den neu eintretenden Blattspursträngen von 1904 nur durch die Seitenwände der Tracheen treten, weil die Tracheenlumina dieser beiden Arten von Leitbündeln nicht direkt verbunden sind. Dieser Weg ist für das Wasser sicher gangbar, jedoch schwieriger als der gewöhnliche in der Längsrichtung der Tracheen.

Direkt stehen mit den Wurzelanlagen der Jahresproduktion von 1904 nur 10 pCt. der Spurstränge der Laubblätter desselben Jahres in Verbindung, welche noch innerhalb der Jahresproduktion von 1904 an die Peripherie des Zentralzylinders zurückkehren. Die übrigen 90 pCt. sind erst mit den Wurzeln der Jahresproduktion von 1903 nach ihrer Rückkehr an die Peripherie direkt durch Tracheen verbunden. Nach diesen letzteren sind auch auf dem Schema in Fig. 4 die beiden Repräsentanten gezeichnet.

Die Tatsache, dass bei dem in Fig. 1 abgebildeten Exemplare die Laubblätter von 1904 mit den an der Jahresproduktion von 1904 sitzenden Wurzeln fast garnicht direkt verbunden sind, steht damit im Zusammenhange, dass die Wurzeln der Jahresproduktion von 1904, obwohl sie (Mangin 1882, S. 256) gleich am Vegetationspunkte angelegt wurden, am 11. Mai 1905 sich noch nicht fertig entwickelt hatten. Sie ist leicht verständlich, denn die nicht ausgewachsenen Wurzelanlagen konnten ja die Laubblätter von 1904 nicht versorgen. Sie wären, wenn die Pflanze sich selbst überlassen geblieben wäre, erst 1905 zu tätigen Wurzeln ausgewachsen und hätten dann die Laubblätter von 1905, mit denen sie direkt durch Tracheen verbunden sind, mit Wasser und Nährsalzen versorgt. Ebenso verständlich ist die direkte Tracheenverbindung zwischen den Laubblättern von 1904 und den an der Jahresproduktion von 1903 be-

findlichen Wurzeln. Denn diese Wurzeln sind **spätestens** im Mai 1904, also zu Anfang der Tätigkeit der Laubblätter von 1904 ausgewachsen und ihre Leistungen waren für diese Laubblätter sicher von ebenso grosser Bedeutung wie es die der Wurzeln der Jahresproduktion von 1904 für die Laubblätter von 1905 geworden sein würden, wenn die Pflanze im Boden verblieben wäre.

Bei einem Teile der von mir im Mai 1905 ausgegrabenen Pflanzen waren die Wurzeln der Jahresproduktion von 1904 bereits zum Teile entwickelt, und Ausgrabungen im November 1905 bestätigten, dass die Wurzeln an der Niederblattregion einer Jahresproduktion bereits im Herbste des Jahres auswachsen können, in dem die Laubblätter derselben Jahresproduktion assimilierten.

Diese Laubblätter würden daher noch gegen Ende ihrer Vegetationsperiode von den erwähnten Wurzeln bedient werden können, wenn der Leitbündelverlauf durch eine korrelative Änderung danach eingerichtet würde. Ich konnte daraufhin leider keine im Herbste dem Boden entnommenen Pflanzen untersuchen. Jedoch scheint auf diese korrelative Änderung des Leitbündelverlaufes hinzudeuten, dass bei der in Fig. 1 abgebildeten Pflanze von den Laubblattspursträngen von 1903, die sich bei ihrem Eintritte in die Achse ebenso verhalten wie die von 1904, ein Drittel bereits in der Niederblattregion der Jahresproduktion von 1903 an die Peripherie zurückkehrt und sich dort auch mit Wurzeln direkt verbindet. Es ist möglich, dass diese Wurzeln bereits im Herbste von 1903 ausgewachsen waren. Herr Professor MEYER hält diese Korrelationserscheinung einer eingehenden Untersuchung für wert. Auf eine ähnliche Korrelation zwischen der örtlichen Verteilung der Wurzeln und dem Leitbündelverlaufe scheinen auch die Angaben FALKENBERG's (1876) über *Fritillaria imperialis*, *Hedychium Gardnerianum* u. a. hinzudeuten. In den oberirdischen Teilen dieser Pflanzen, die natürlich keine Wurzeln tragen, verlaufen die Leitbündel, nach unten konvergierend, nach der Mittellinie der Achse hin, zum Teil mit einander verschmelzend, ohne die Tendenz zu zeigen, an die Peripherie des Zentralzylinders zurückzukehren. Dies tun sie erst in der mit Nebenwurzeln besetzten Zwiebel bezw. dem Rhizome, in denen auch die dort neu eintretenden Blattspurstränge einen Bogen durch das Innere des Zentralzylinders beschreiben, um dann an seine Peripherie zurückzukehren und sich mit den Wurzelsträngen zu verbinden.

Im Vorhergehenden ist die Existenz einer Verbindung der Laubblätter einer Jahresproduktion mit den an der nächst unteren sitzenden Wurzeln durch Leitbündel nachgewiesen worden. Diese Verbindung ist direkt durch Tracheen gebildet und sehr stark. Aber auch mit den Wurzeln der zweitunteren Jahresproduktion und den unter dieser liegenden sind die Blätter direkt verbunden. Diese

Verbindung kommt einmal dadurch zustande, dass die Blattspurstränge einer Jahresproduktion, noch wenn sie sich im Inneren des Zentralzylinders befinden, an der oberen Grenze der nächst unteren Jahresproduktion Äste an die in dieser in die Achse eintretenden Blattspuren abgegeben. Auf diese Weise werden z. B. die Blätter der Jahresproduktion von 1904 der in Fig. 1 abgebildeten Pflanze, wie es Fig. 4 zeigt, mit Hilfe ihrer Spurstränge, des Astes *d* und der Blattspuren von 1903 mit den Wurzeln der Jahresproduktion von 1902 in Verbindung gesetzt. Dasselbe wird dadurch erreicht, dass in der oben geschilderten zweiten Art der Leitbündelverbindung die an der Peripherie des Zentralzylinders verlaufenden unteren Teile der Blattspurstränge Äste an die neu eintretenden Leitbündel abgeben. Die Verbindung der Blätter von 1905 mit den Wurzeln der zweitunteren Jahresproduktion, also von 1903, ist für die in Fig. 1 abgebildete Pflanze wichtig, weil dort im Anfange der Vegetationsperiode von 1905 die Wurzeln der Jahresproduktion von 1904 noch nicht ausgewachsen waren, also die Versorgung der jüngeren Blätter, die sich zum Teile schon ausgebreitet hatten, allein den Wurzeln der Jahresproduktion von 1903 und vielleicht den noch tiefer stehenden oblag. Die Verbindung der Blätter einer bestimmten Jahresproduktion mit den Wurzeln bedeutend tiefer liegender kommt aber wohl kaum in Betracht, weil nach H. MÜLLER (1906, S. 2) die Wurzeln höchstens drei Jahre am Leben bleiben, und an den älteren Pflanzenteilen in der Regel keine neuen gebildet werden. Durch diese Verbindungen und durch die mannigfachen Verzweigungen der Spurstränge und deren Ausbreitung über die Oberfläche des Zentralzylinders wird jeder Blattnerv mit mehreren Wurzeln direkt verbunden. Ich will noch erwähnen, dass man den Leitbündelverlauf von *Convallaria majalis* noch mit dem MOHL'schen Palmentypus in Verbindung bringen kann, von dem er jedoch einmal durch die ersten beiden obengenannten Arten der Leitbündelverbindung abweicht und zweitens durch das Verweilen der Blattspuren im Innern des Zentralzylinders innerhalb der Jahresproduktion, an der die zu ihnen gehörenden Blätter sitzen. Durch die letztere Eigentümlichkeit nähert sich der Leitbündelverlauf von *Convallaria majalis* dem für *Fritillaria* und *Hedychium* von FALKENBERG (1876) angegebenen.

Wie mir sorgfältige Zählungen gezeigt haben, war bei der in Fig. 1 abgebildeten Pflanze am oberen und am unteren Ende der Jahresproduktion von 1904 die Anzahl der Tracheen ungefähr gleich. Am Knoten des zweiten Laubblattes fanden sich nämlich auf dem Querschnitte 3562, an dem des zweituntersten Niederblattes 3644 Tracheen. Es war also, obwohl aus den Blättern in dem dazwischen liegenden Achsenstücke etwa 1200 Tracheen in den Zentralzylinder eingetreten waren, die Anzahl der Trachealelemente nur unwesent-

lich (um 82) gewachsen. Es muss daher in der Jahresproduktion von 1904 zwischen den erwähnten Querschnitten eine Reduktion der Tracheenanzahl um 1118: (1200 + 3562) = etwa 23 pCt. eingetreten sein. Eine Reduktion habe ich verschiedentlich bei basipetalen Verschmelzungen von Leitbündeln sowohl im Inneren des Zentralzylinders als an seiner Peripherie feststellen können, bei denen oberhalb der Vereinigungsstelle die Gesamtanzahl der Tracheen grösser war als unter ihr. Ob die Verminderung der Tracheen nur an den Vereinigungsstellen von Leitbündeln stattfindet, habe ich nicht festgestellt.

---

## Literaturverzeichnis.

THILO IRMISCH, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen, Halle 1854. 3. Abteilung.

AL. BRAUN, Über perennierende Pflanzen mit zweigliedriger Entwicklung der Sprosse. Verhandlungen des Bot. Vereins der Provinz Brandenburg. Bd. 18. 1876.

P. FALKENBERG, Vergl. Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monokotyledonen. Stuttgart 1876.

A. GUILLAUD, Recherches sur l'anatomie comparée et le développement des tissus et de la tige dans les Monocotylédones. Ann. des sc. nat., 6. sér. tome V. 1878.

L. MANGIN, Origine et insertion des racines adventives et modifications corrélatives de la tige chez les Monocotylédones. Ann. des sc. nat., 6. sér. tome XIII. 1882.

ED. SCHOLZ, Morphologie der Smilaceen mit besonderer Berücksichtigung ihres Sprosswechsels und der Anatomie der Vegetationsorgane. Jahresbericht des Landesrealgymnasiums zu Stockerau (Niederösterreich) 1887/88

W. SCHULZE, Morphologie und Anatomie der *Convallaria majalis* L. Dissertation von Basel. Bonn 1899.

H. MÜLLER, Über die Metakutisierung der Wurzelspitze und über die verkorkten Scheiden in den Achsen der Monokotyledonen. Botanische Ztg. 1906. Heft 4.

# 54. Arthur Meyer: Notiz über eine die supramaximalen Tötungszeiten betreffende Gesetzmässigkeit.

Eingegangen am 14. Juli 1906.[1])

Die Anschauung, dass die Zelle einer Maschine vergleichbar sei, ist schon von DESCARTES vorbereitet worden. Die weitere Bestimmung, dass die Zelle als eine Flüssigkeitsmaschine, als ein maschinenähnliches, flüssiges materielles System zu betrachten sei, ist vorzüglich durch BERTHOLD (1886[2]) vertreten worden, welcher den ganzen Protoplasten als eine Emulsion von mehr oder weniger flüssiger Konsistenz auffasst. Die Flüssigkeitsnatur der Bestandteile der Maschine erklärt die Wachstumsfähigkeit und Teilungsfähigkeit des ganzen Systems. Einen weiteren Fortschritt in der Betrachtungsweise der Zelle finde ich in der Betonung der kolloidalen Natur der Flüssigkeiten, welche die wesentlichen Teile dieser Maschine aufbauen. Ich habe diese Anschauung schon 1895[3]) in folgender Weise gelegentlich einer allgemeinen Erörterung über die Natur der Protoplasten ausgesprochen: „Die Fähigkeit dieser Flüssigkeiten, welche wohl häufig Eiweisskörper enthalten mögen, bei Wasserentziehung ihre Form beizubehalten und dichter zu werden, macht es mir wahrscheinlich, dass sie wesentlich so aufzufassen sind wie die amylosige Wasserlösung, also als mehr oder weniger zähe Lösungen von relativ wenig Wasser in einem Körper, dessen verflüssigter Zustand sich nicht mit Wasser mischt."

Ich betrachte also diese Art der kolloidalen Lösungen organischer Verbindungen als die wichtigsten Bausteine des Flüssigkeitssystems, welches wir Protoplast nennen und will sie zum Unterschiede von anderen kolloidalen Gebilden als Hydrohyle bezeichnen. Es wird vielleicht jetzt,[4]) wo die Kolloide vorzüglich infolge der Einführung der ultramikroskopischen Untersuchungsmethode vielfach untersucht werden, nicht ohne Interesse sein, wenn ich meine schon

1) Vorgetragen in der Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft in Marburg am 6. Juni 1906.

2) BERTHOLD, Studien über Protoplasmamechanik, Leipzig 1886.

3) ARTHUR MEYER, Untersuchungen über die Stärkekörner 1895, S. 308. Übrigens hat schon GRAHAM 1862 von den Kolloiden gesagt: „Aber andernteils scheint ihr eigentümlicher physikalischer Aggregatzustand wie auch ihre chemische Indifferenz gerade für Substanzen erforderlich zu sein, welche an den organischen Vorgängen lebender Wesen Anteil nehmen."

4) Man siehe ARTHUR MÜLLER, Die Theorie der Kolloide, Leipzig 1903, und ZSIGMONDY, Zur Erkenntnis der Kolloide, FISCHER, Jena 1905.

1895 ausgesprochene Ansicht über die kolloidalen Lösungen der Amylose referiere und zugleich in diesem Referate den Begriff des Hydrohyls klarlege. Meiner Meinung nach ist die Substanz der gewöhnlichen Stärkekörner, die Amylose, wie das Amylodextrin, krystallisierbar. Bei 138° bildet die Amylose mit Wasser eine „homogene“ kolloidale Lösung, in der die Moleküle sicher grösser sind als die Moleküle des keine Siedepunktserhöhung bewirkenden Amylodextrins (ARTHUR MEYER 1895, S. 35). Aus dieser Lösung scheiden sich nun beim Erkalten kleine zähflüssige Tröpfchen einer Lösung von Wasser in Amylose ab, die ebenso beim Behandeln von Stärkekörnern mit kochendem Wasser aus den Trichiten der Stärkekörner direkt entstehen. Die Lösung von Wasser in der krystallisierbaren Amylose nenne ich das Hydrohyl der Amylose. Sowohl die Lösung der Amylose bei 138° als dieses Hydrohyl sind einphasige Gebilde. Ich mache also besonders darauf aufmerksam, dass die Hydrohyletröpfchen homogen sind. ZSIGMONDY sagt (S. 92): „Derartige Strukturen (feinwabige Mikrostruktur, Schaumzellenstruktur), aber noch viel feiner und vielleicht anders gestaltet, müssen wir wohl in jedem Hydrogeleteilchen annehmen, selbst wenn es kleiner als die Wellenlänge des Lichtes ist.“ Verdünnt man die bei 138° entstehende Lösung mit viel heissem Wasser oder schüttelt man Kleister mit heissem Wasser, so erhält man eine Aufschwemmung feinster Hydrohyletröpfchen verschiedener Grösse, die teilweise durch feinporige Filter hindurchgehen und mikroskopisch nicht mehr wahrnehmbar sind, wohl aber Opalisieren dieser „Stärkelösung“ veranlassen. Es ist diese kolloidale Lösung ein zweiphasiges Gebilde. Nach der gebräuchlichen Nomenklatur könnte man sowohl die Stärkelösung bei 138° als auch diese Hydrohyleaufschwemmung als Hydrosol bezeichnen.

Wenn man eine bei 138° hergestellte Amyloselösung erkalten lässt, so scheiden sich Hydrohyletröpfchen aus und verkleben miteinander, fliessen wohl auch teilweise zusammen, so dass eine poröse, eventuell netzförmige Masse aus Hydrohyletröpfchen und Fädchen entsteht. Die gleiche Struktur besitzt der Kleister. Nach der gebräuchlichen Nomenklatur würde man den Kleister, der ein zweiphasiges Gebilde ist, als Hydrogel bezeichnen; aber es ist wohl auch das Hydrohyl ein Hydrogel genannt worden.

Beim Trocknen verliert das Hydrohyl sein Wasser und geht in einen hornartigen Zustand über.

Nach meiner Meinung bestehen nun die protoplasmatischen und alloplasmatischen Organe des Protoplasten[1]) durchaus aus solchen zäh-

1) Siehe ARTHUR MEYER, Die Plasmaverbindungen und die Membranen von *Volvox globator*, *aureus* und *tertius*, mit Rücksicht auf die thierische Zelle. Botanische Zeitung 1896, S. 212.

flüssigen Hydrohylen, also mikroskopisch nicht strukturierten Lösungen von Wasser in krystallisierbaren Kolloiden (z. B. Eiweissstoffen), die in einem Organe zu mehreren, stofflich verschiedenen, nebeneinander liegen können, ihrer Natur nach zu einer Mischung unfähig, eventuell in morphologisch verschiedener Weise den Organen des Protoplasten die wesentliche, teilweise mikroskopisch sichtbare Struktur gebend.

In dieser aus einphasigen, homogenen Hydrohylen aufgebauten Grundmasse, dem eigentlichen organisierten Teile der Organe, liegen dann in Vakuolen verschiedenster Grösse ergastische Gebilde verschiedenster Art in fester, zähflüssiger oder leichtflüssiger Form.

Ich habe diese meine Anschauung über die physikalische Natur der Zelle deshalb hier erwähnt, weil ich vermute, dass die von mir aufgefundene, nachher zu beschreibende Gesetzmässigkeit mit der kolloidalen Natur der Organgrundmasse zusammenhängt. Ich glaube, dass eine genauere Untersuchung der Hydrohyle noch mancherlei Wichtiges für das Verständnis der Zelle zutage fördern wird.

Die Zellmaschine hat eine unbegrenzte Arbeitsdauer, wenn sie unter günstigen Einflüssen von Stoff- und Kraftzufuhr steht und den durch ihren Bau gegebenen Bewegungsrhythmus fortgesetzt durchführen kann. Der Protoplast ist dann unsterblich. Kann ein Teil dieses Rhythmus nicht durchlaufen werden, so verfällt die Maschine nach einer gewissen Zeit. Kann z. B. die Kernteilung nicht eintreten, so lebt der Protoplast nicht ewig. Bei dem Zellteilungsprozess und Kernteilungsprozess spielen sich Verjüngungsvorgänge ab, mit denen vielleicht eine Anpassung der sich energisch umlagernden Maschinenteile an die neuen Verhältnisse ihrer Umgebung verbunden sind. Wir sehen vermutlich in dem komplizierten Vorgange der indirekten Kernteilung den Verjüngungsvorgang am deutlichsten in Erscheinung treten, nicht einen Vorgang, der dazu führen soll, eine besonders gleichmässige Teilung des Kernes durchzuführen.[1])

Wie gesagt, wird der sich nicht teilende Protoplast nicht alt; er stirbt wahrscheinlich aus inneren Ursachen. Die Zellen der Pflanzen werden wohl kaum älter als 100 Jahre. Allerdings sollen Samen 140 Jahre lebend geblieben sein. DE CANDOLLE[2]) sagt darüber: „On a vu en Virginie des graines de Nelumbium jaune lever après avoir été enfouies pendant un siècle (LYELL, Second visit to the United States II, S. 328), et M. R. BROWN m'a dit avoir

1) Ähnlich wie mit dem Befruchtungsprozess sehr häufig der Vermehrungsprozess der Individuen verkoppelt ist, so ist anscheinend mit dem Verjüngungsprozess immer die Kernteilung oder Protoplastenteilung (oft auch die Zellteilung) verkoppelt.

2) DE CANDOLLE, Géographie botanique 1855, S. 542.

fait germer des graines de *Nelumbium speciosum*, extraites par lui de l'herbier de SLOANE; c'est à-dire ayant moins 150 ans".

Man sollte meinen, dass man in den Stämmen der Bäume, die ja sehr alt werden können, sehr alte Zellen finden könnte, aber SCHORLER[1]) konnte doch nur 80 Jahre alte (diese bei *Sorbus torminalis*) beobachten. Die Ganglienzellen des Menschen, welche sich nicht teilen, werden auch niemals älter als 100 und einige Jahre.[2])

Diese maximale Lebensdauer einer Zelle kann bekanntermassen durch viele Momente verkürzt werden; die Zelle kann vorzeitig sterben. Man kann die Ursachen, welche zum frühzeitigen Tode führen, zum Zwecke ihres Studiums in einige Kategorien teilen. Der Tod kann eintreten: 1. durch Mangel eines für die betreffende Zelle nötigen Nährstoffes oder einer nötigen Nährenergie (z. B. Licht bestimmter Wellenlänge) oder inframinimaler Zufuhr dieser Dinge (z. B. einer zur Erzeugung einer bestimmten Temperatur nicht genügenden Energiemenge); 2. durch Zufuhr von Nährstoffen und Nährenergie in supramaximaler Konzentration oder Intensität; (z. B. zu starke Zufuhr von Energie, die eine zu hohe Temperatur des Protoplasten erzeugt); 3. durch Zufuhr von Nichtnährenergien oder Nichtnährstoffen, welche in bestimmter Konzentration oder Intensität Störungen im Betriebe der Zelle bewirken. Für letztere Stoffe könnte man vielleicht den Namen Zellgifte reservieren. Es ist mir selbstverständlich bewusst, dass die Feststellung, was Nährstoff, was Nährenergie einer bestimmten Zellspezies genannt werden muss, nicht leicht ist; aber es wird dem Physiologen doch nicht erspart werden können, sich über diese Frage Klarheit zu verschaffen, wenn er die Mechanik des Lebensprozesses erforschen will. Das Studium der Wirkung der Tötungsmittel auf die Zelle ist geeignet, um Einblick in die Arbeitsweise der reizbaren Zellmaschine zu gewähren, wie uns in besonders instruktiver Weise die schönen Untersuchungen von HANS MEYER und von E. OVERTON über die Prinzipien der narkotischen Wirkung der Stoffe zeigen. In der folgenden Mitteilung glaube ich einen kleinen Beitrag zur Beantwortung der Frage, wie ist die tötliche Wirkung supramaximaler Temperaturen auf die Zelle zu verstehen, zu geben.

Als Objekte für die Untersuchung dienten Bakteriensporen. Diese Zellen bieten für die Untersuchung der Wirkung supra-

---

1) SCHORLER, Untersuchungen über die Zellkerne in den stärkeführenden Zellen der Hölzer, Jena 1883, Dissertation.

2) Die Lebensdauer des Menschenindividuums hängt vielleicht von der Lebensdauer der sich nicht teilenden Zellen ab, die in seinem Körper vorkommen. Das Individuum einer *Sagusia gigantea* hat dagegen eigentlich eine unbegrenzte Lebensdauer. Es würde noch älter als 4000 Jahre werden können, wenn nicht Zufälligkeiten seinem Leben ein Ende machen würden.

maximaler Temperaturen ein relativ gleichmässiges, präzis reagierendes Material. Sie sind stets von Wasser durchtränkt und befinden sich doch, auch wenn sie in Wasser liegen, in einem gleichmässigen Ruhezustande, aus dem sie allerdings bald erwachen, wenn man dem Wasser Spuren von geeigneten Nährstoffen zusetzt In dem Ruhezustand können die von mir benutzten Sporen mehr als zehn Jahre lebend bleiben, auch wenn sie feucht gehalten werden. Die benutzten Bakteriensporen besitzen dabei die für unsere Versuche unerlässlich nötige Eigenschaft auch im durchfeuchteten Zustande äusserst widerstandsfähig gegen höhere Temperaturen zu sein. Trockene Sporen würden sich schon deshalb weniger gut für derartige Versuche eignen, weil der Wassergehalt der einzelnen getrockneten Sporen nicht sicher gleichartig zu machen sein würde.

Ich will übrigens nebenbei bemerken, dass es mir unwahrscheinlich dünkt, dass die oft sehr grosse Steigerung der Widerstandsfähigkeit der Sporen und Samen gegen supramaximale Temperaturen durch das Austrocknen eine Folge der geringeren Reaktionsfähigkeit der den Protoplasten zusammensetzenden Stoffe in konzentrierteren Lösungen ist; ich glaube vielmehr, dass es sich dabei auch um eine komplizierte Reizwirkung handelt, deren Mechanismus wir nicht durchschauen.

Ich[1]) habe nun eine Reihe von Sporen verschiedener Spezies der Gattung *Bacillus* zuerst auf die Zeit hin untersuchen lassen, die zur Abtötung der in Wasser liegenden Sporen bei zwei bestimmten supramaximalen Temperaturen, bei 100 und 80°, nötig ist. Ferner sind auch die Wachstumsmaxima der Temperatur für die gleichen Spezies untersucht worden. Die Resultate dieser Untersuchungen teile ich in den beiden Tabellen auf Seite 345 mit. Aus den Resultaten der Untersuchung liess sich folgendes schliessen:

1. Die Zeit, welche zur Abtötung der Sporen einer Spezies bei einer bestimmten supramaximalen Temperatur nötig ist, ist für diese Spezies innerhalb der Grenzen der individuellen Variation konstant, für verschiedene Spezies aber sehr verschieden. Sie variiert, wie die Tabelle zeigt, bei den untersuchten Spezies zwischen 2 Minuten und 20 Stunden.

2. Die Tötungsgeschwindigkeit wächst stets mit der Temperatur.

3. Das Verhältnis der Tötungszeiten bei 100 und 80° ist bei verschiedenen Spezies sehr verschieden. Es schwankt in der Tabelle zwischen 1 : 25 und 1 : 200.

1) Man siehe: OSKAR BLAU, Über die Temperaturmaxima der Sporenkeimung und der Sporenbildung, sowie die supramaximalen Tötungszeiten der Sporen der Bakterien, auch derjenigen mit hohen Temperaturminima. Dissertation (Marburg) 1905; ferner die dort zitierten Arbeiten von ELLIS und NEIDE.

| | I. Maximale Sporentötungszeiten | | | II. Temperaturmaxima für das Oidienwachstum |
|---|---|---|---|---|
| | 100° C. Minuten | 80° C. Stunden | Verhältnis | |
| *Bacillus Ellenbachensis* . . | 2—2,5 | 7—7,5 | 1:200 | 35—40 |
| „ *simplex* . . . . . | 3,5—4 | 2,75—3 | 1:46 | 40—45 |
| „ *fusiformis* . . . | 4—4 5 | 10—10,5 | 1:147 | 40—45 |
| „ *ruminatus* . . . | 4—5 | 9—10 | 1:127 | 45—50 |
| „ *tumescens* . . . . | 4—4,5 | 5-6 | 1:78 | 45—50 |
| „ *cohaerens* . . . . | 5—5 1/2 | 8-8,5 | 1:94 | 35—40 |
| „ *carotarum* . . . | 5,5—6 | 9,5—10 | 1:102 | 40—45 |
| „ *Petasites* . . . . | 6—7 | 7—8 | 1:63 | 45—50 |
| „ *pumilus* . . . . | 6,5—7,5 | 7—7,5 | 1:62 | 45—50 |
| „ *asterosporus* . . | 7—7,5 | 4,5—5 | 1:39 | 35—40 |
| „ *sphaericus* . . . | 8—9 | 9—10 | 1:67 | 40—45 |
| „ *mycoides* . . . . | 9—10 | 7,5—8 | 1:49 | 30—35 |
| „ *graveolens* . . . | 10—10,5 | 10—11 | 1:61 | 45—50 |
| „ *alvei* . . . . . . | 11—12 | 10-11 | 1:55 | 45—50 |
| „ *parvus* . . . . . | 14—15 | 19 20 | 1:79 | 50—55 |
| „ *teres* . . . . . . | 14—15 | 15—16 | 1:64 | 35—40 |
| „ *Megatherium* . . | 15—16 | 16—17 | 1:64 | 45—50 |
| „ *silvaticus* . . . . | 17—18 | 15—16 | 1:53 | 45—50 |
| „ *lacticola* . . . . | 19—20 | 15—16 | 1:48 | 40 45 |
| „ *lactis* . . . . . | 34—35 | 29—30 | 1:50 | 40—45 |
| „ *robur* . . . . . | 34—35 | 25-27 | 1:45 | 35—40 |
| „ *subtilis* . . . . . | 175—180 | 74—75 | 1:25 | 55—60 |
| „ *robustus* . . . . | 450—480 | — | — | 65—67 |
| „ *calidus* . . . . . | 450—480 | — | — | 70—73 |
| „ *cylindricus* . . . | 1140—1200 | — | — | 73—74 |
| „ *tostus* . . . . . | 1140—1200 | — | — | 74—75 |

4. Sporen von Spezies mit relativ gleichem Wachstumsmaximum haben oft sehr verschiedene Sporentötungszeiten. So z. B.

*Ellenbachensis* bei 100° 2—2,5′, *teres* 14—15′, *robur* 34—35′.

Aus diesen Erfahrungen ergibt sich für die Frage nach der Ursache des Absterbens der Sporen bei höherer Temperatur und den Grad der Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen die Temperaturen folgendes:

A. Mit der Membranbeschaffenheit der Sporen hat die Widerstandsfähigkeit und deren Verschiedenartigkeit nichts zu tun; denn

Spezies mit gleicher morphologischer Membranbeschaffenheit besitzen sehr ungleichartige Tötungszeiten.

B. Die Protoplasten der verschiedenen Spezies haben danach eine konstante, durch die Tötungszeit zu messende, verschiedenartige und oft sehr grosse Widerstandsfähigkeit gegen höhere Temperaturen, deren innere Ursache eine andere zu sein scheint als die, welche der Beschleunigung des Wachstums durch die Temperatursteigerung zu Grunde liegt.

C. Die innere Ursache für die tötende Wirkung einer bestimmten höheren Temperatur, an welcher die Wärme angreift, kann nicht ganz gleich bei allen Spezies sein, das zeigt sich eben einmal aus der verschiedenen Tötungszeit bei 100° und aus der Verschiedenartigkeit des Quotienten $\frac{\text{Tötungszeit } 80°}{\text{Tötungszeit } 100°}$. Man kann sich vorstellen, es sei die innere Ursache für das Sterben durch höhere Temperatur eine ganz verschiedene, es würden in den verschiedenen Kolloidmaschinen ganz verschiedene morphologische Elemente oder ganz verschiedene chemische oder physikalische Vorgänge direkt betroffen, deren Zerstörung oder Störung den Tod herbeiführten, oder man könnte sich auch denken, dass überall ein gleiches nur graduell verschiedenes Moment direkt beeinflusst und die direkte Ursache des Todes würde.

Für letztere Meinung spricht nun die Tatsache, dass bei allen Spezies die Tötungszeit stets um so kürzer wird, je höher die Temperatur liegt.

E. Man könnte daran denken, dass das in Betracht kommende gleiche Moment die Beschleunigung der Reaktionsgeschwindigkeit irgend eines der chemischen Prozesse sei, die sich fortgesetzt in der lebenden Zelle abspielen; aber dagegen spricht die Tatsache, dass das kleinste der beobachteten Zahlenverhältnisse zwischen der Tötungszeit bei 80° 1 : 25 ist und dass selbst das Verhältnis 1 : 147 gefunden wurde. Denn da eine Erhöhung der Temperatur um 10° bei chemischen Reaktionen ungefähr eine Verdoppelung der Reaktionsgeschwindigkeit bewirkt, genauer gesagt nach den vorliegenden physikalisch-chemischen Erfahrungen das Verhältnis zwischen den Tötungszeiten bei 100° und bei 80° nur 1 : 4 bis 1 : 9 betragen könnte, wenn es sich um die Beschleunigung eines chemischen Prozesses handelte; so kann die Ursache der Tötung nicht in der Beschleunigung der chemischen Prozesse durch Wärme gesucht werden.

F. Für die Gleichheit der inneren Todesursache würde es nun weiter sprechen, wenn die Verkürzung der Tötungszeit beim Anwachsen der Temperatur um eine bestimmte Höhe bei allen Spezies ein und demselben Gesetze folgen würde. Dieser Gedanke bestimmte

mich der Frage nach einer derartigen Gesetzmässigkeit nachzugehen.

Die einzige etwas genauere und brauchbare Anzahl über die Tötungszeiten bei verschiedenen supramaximalen Temperaturen, welche die Literatur uns bietet, ist folgende, welche von GLOBIG herrührt.

GLOBIG (Zeitschrift für Hygiene 1881, Bd. III, S. 322) fand für seinen roten Kartoffelbazillus folgende Tötungszeiten. Die Erhitzung fand im übersättigten Wasserdampfe statt:

| | |
|---|---|
| 100° | 330′ bis 360′ |
| 109—113 | mehr als 45′ |
| 113—116 | 25′ |
| 112—123 | 10′ |
| 126 | 3′ |
| 127 | 2′ |
| 130 | sofort. |

Diese Zahlen lassen erkennen, dass die Tötungszeit vielleicht annähernd in einer geometrischen Progression mit der Temperatur wächst. Wenn wir aus dem ersten Gliede ($a$) der Progression, welches wir für 100° auf 350′ ansetzen wollen, und aus dem zweiten, welches wir für 110° zu 50′ annehmen wollen, $q$ der Progression $= \frac{1}{7}$ berechnen, so können wir die übrigen Glieder nach der Formel $t = aq^{n-1}$ finden. Wir erhalten dann folgende Zahlen

$$100 = 350'$$
$$110 = 50'$$
$$120 = 7{,}1'$$
$$130 = 1'$$
$$140 = \frac{1}{7}'$$

Um diese Frage weiter zu prüfen wurden nun eine Reihe von Versuchen mit 2 Spezies, die sich besonders gut dazu eigneten, unter meiner Leitung von meinem Assistenten Herrn BREDEMANN sorgfältigst angestellt, mit *Bacillus subtilis* und *Bacillus robur*.

Es handelte sich also darum Sporen der beiden Spezies bei den Temperaturen 110, 120, 130, 140° zu halten und zu bestimmen, nach welcher Zeit Abtötung der Sporen eingetreten sei.

Als Wärmeapparat benutzte ich einen mit Paraffin gefüllten Aluminiumtopf, der aussen durch Asbest isoliert war und in welchem durch einen Rührer des PEFFER'schen Thermostaten das geschmolzene Paraffin fortgesetzt gemischt wurde. Das Paraffin wurde auf die gewünschte Temperatur erhitzt und mit eingestellter Flamme dann

eine Zeitlang genau auf der gewünschten Temperatur erhalten. Ein kurzes ganz in das Paraffin eingetauchtes, von der Reichsanstalt geprüftes Thermometer diente zur Bestimmung der Temperatur des Paraffins.

Die Sporen wurden mit Wasser aufgeschwemmt und in Kapillaren eingefüllt, welche beiderseits zugeschmolzen wurden.

Um zu sehen, nach wieviel Zeit die Durchwärmung der Wand und des Inhaltes dieser Kapillaren beendet sei, wurden verschiedene Kapillaren mit Harnstoff angefüllt und in das auf 140° erwärmte Paraffinbad eingetaucht. Es ergaben 12 Versuche, dass es im Mittel 5,13″ dauerte, bis der ganze Harnstoff einer Kapillare geschmolzen war. Die 12 Versuche ergaben folgende Einzelresultate:

4,5″; 4,5″; 5″; 4″; 5″; 5″; 7″; 5″; 6,5″; 5,5″; 5″; 5″.

Es schwankten also die Resultate zwischen 4 und 7 Sekunden, betrugen meist 5″, im Mittel wie gesagt 5,13″.

Die Verschiedenheit der Zahlen ist wohl hauptsächlich durch die etwas verschiedene Wandstärke der Kapillaren verursacht worden.

Die Sporen, welche zu den Versuchen benutzt wurden, wurden verschiedenen, mindestens 3 Monate alten Kulturen entnommen. Es war also das Sporenmaterial sehr annähernd, aber nicht völlig gleich für die verschiedenen Versuche.

Je eine mit aufgeschwemmtem Sporenmateriale gefüllte, zugeschmolzene Kapillare wurde, an einem sehr feinen Messingdraht befestigt, in das auf die gewünschte Temperatur erwärmte Paraffinbad eingetaucht. Die Zeit, welche die Kapillare im Paraffinbade verblieb, wurde mittels eines Chronoskopes genau bestimmt. Sofort nach dem Herausnehmen aus dem Bade wurde die Kapillare in ein 25—40 *ccm* einer passenden sterilen Nährlösung (Nährlösung I) [1]) enthaltendes Kölbchen geworfen und mittels einer sterilen Pinzette zerbrochen. Das Kölbchen wurde dann gelinde erwärmt, um den flüssigen Inhalt der Röhrenbruchstücke durch die in den zugeschmolzenen Enden der Kapillaren sitzende Luft auszutreiben, und dann 14 Tage lang bei 28° in den Brutschrank gestellt. Nach 14 Tagen wurden die Kulturen daraufhin, ob Wachtum eingetreten sei, genau untersucht.

Auch wurden mit den Kulturen, welche aufgegangen waren, Agarröhrchen geimpft und die entstandenen Kulturen dann genau auf ihre Reinheit untersucht, um zu vermeiden, dass Verunreinigungen der Kulturen mit anderen Bakterien zu Täuschungen führten.

Als Fingerzeig für die Ausführung der Versuche wurden aus

1) Siehe ARTHUR MEYER Praktikum der botanischen Bakterienkunde GUSTAV FISCHER, Jena, 1903, S. 24.

den Tötungszeiten bei 80° und 100°, die bekannt waren, die Tötungszeiten bei höheren Temperaturen berechnet.

Für *Bacillus subtilis* hatte BLAU eine zwischen 175′ und 180′ liegende Tötungszeit für 100°, für 80° eine zwischen 74 und 75 Stunden liegende gefunden. Ich nahm danach die Zahlen

$$\begin{aligned} 100^\circ &= 180' \\ 80^\circ &= 4500' \end{aligned}$$

an, die eigentlich etwas zu hoch sind, denn sie könnten vielleicht auch in Wirklichkeit in der Mitte liegen, also vielleicht sein

$$\begin{aligned} 100^\circ &= 177',5 \\ 80^\circ &= 4470' \end{aligned}$$

oder z. B. für 100′ noch mehr nach 175′ zu.

Für *Bacillus robur* fand BLAU 100° zwischen 34 und 35′; 80° zwischen 25 und 27 Stunden. Ich habe der Berechnung die Zahl

$$\begin{aligned} 100^\circ &= 34',5 \\ 80^\circ &= 1560' \end{aligned}$$

zu Grunde gelegt.

Für *Bacillus subtilis* berechnen sich danach folgende Zahlen, da $q = 0,2$ aus folgender Berechnung hervorgeht:

$$\begin{aligned} a &= 4500' \ (80^\circ) \\ t &= 180' \ (100^\circ) \end{aligned}$$

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{t}{a}} = \sqrt[2]{\frac{180}{4500}} = 0,2$$

Berechnete Tötungszeiten bei

$$\begin{aligned} 80^\circ &= 4500' \\ 90^\circ &= 900' \\ 100^\circ &= 180' \\ 110^\circ &= 36' \\ 120^\circ &= 7,2' &&= 432'' \\ 130^\circ &= 1,4' &&= 84'' \\ 140^\circ &= 0,28' &&= 17'' \\ 150^\circ &= 0,056' &&= 3,4'' \end{aligned}$$

Zieht man die Durchwärmungsdauer von 5″ hinzu, so stellen sich die kleineren Zeiten, nach welchen in der Kapillare die Tötung eintritt, folgendermassen:

$$\begin{aligned} 120^\circ &= 437'' \\ 130^\circ &= 89'' \\ 140^\circ &= 22'' \\ 150^\circ &= 8,4'' \end{aligned}$$

Die Schwankungen, welche zu erwarten sind, da die Tötungszeiten bei 80° und 100° nicht absolut genau festgelegt sind, lassen sich schätzen, wenn man die Berechnung der Zahlen in das Auge fasst, die bei extremen Abweichungen von den angenommenen Zahlen sich ergeben:

$$u = 80° = 4300'$$
$$t = 100° = 170'$$
$$110° = 33{,}8'$$
$$120° = 6{,}7' = 402''$$
$$130° = 1{,}33' = 78''$$
$$140° = 0{,}27' = 16''$$

Die Versuche ergaben nun folgende Resultate:

| | | |
|---|---|---|
| Versuch I.[1]) | 110° | 30′ + 35′ − 40′ − |
| | 120° | 5′ + 8′ − |
| | 130° | 1′ + 3′ − |
| | 140° | 15″ + 30″ − |
| Versuch II. | 110° | 32′ + 34′ + 37′ + 39′ − |
| | 120° | 6′ − 7′ − |
| | 130° | 2′ − 2,5′ − |
| | 140° | 25″ + |
| Versuch III. | 110° | 33′ + 35′ + 38′ − |
| | 120° | 6′ + 8′ − |
| | 130° | 1,5′ + 2′ + |
| | 140° | 20″ + 25″ + |
| Versuch IV. | 110° | 36′ + 37′ + 38′ − |
| | 120° | 6′ + 7′ + |
| | 130° | 1,5′ + 2′ + 2,5′ − |
| | 140° | 25″ + 30″ − 35″ − |
| Versuch V. | 110° | 37′ + 38′ + 39′ − |
| | 120° | 6′ + 8′ + |
| Versuch VI. | 120° | 7,0′ + 7,5′ + 8,0′ − 8,5′ − 9,0′ − 10,0′ − |

Danach liegen die Tötungszeiten folgendermassen:

| | | | Berechnet |
|---|---|---|---|
| Bei 110° | zwischen 38 und 39′ | | 36′ |
| „ 120° | „ 7,5 „ 8,0′ | | 7,2′ |
| „ 130° | „ 2 „ 2,5′; | 120 und 150″ | 89″ |
| „ 140° | „ 25″ „ 30″ | | 22″ |

1) Das heisst also, 30′ auf 110° erhitztes Sporenmaterial entwickelte sich noch (+), 35′ auf 110° erhitztes war tot, ebenso 40′ auf 110° erhitztes.

Für *Bacillus robur* wären die berechneten Tötungszeiten:

$$q = 0{,}1487$$

$$a- \quad 80° = 1560'$$
$$90° = 232'$$
$$100° = 34{,}5'$$
$$110° = 5{,}13'$$
$$120° = 0{,}76' = 45{,}8''$$
$$130° = 0{,}113' = 6{,}80''$$
$$140° = 0{,}169' = 1{,}01''$$
$$150° = 0{,}0025' = 0{,}15''$$

Die Versuche ergaben:

| | | |
|---|---|---|
| Versuch I. | 110° | 4′ + 9′ − |
| | 120° | 40″ + 50″ − |
| | 130° | 5″ + 8″ + |
| Versuch II. | 110° | 5′ + 6′ − 7′ + |
| | 120° | 44″ + 50″ − |
| | 130° | 6″ + 8″ + |
| Versuch III. | 110° | 5′ − 7′ − |
| | 120° | 46″ + 48″ + |
| Versuch IV. | 110° | 5′ + 7′ − |
| | 120° | 46″ + 50″ − |
| | 130° | 6″ + 8″ + 10″ + |
| Versuch V. | 110° | 6′ + 7′ + 5′ + |
| | 120° | 46″ + 48″ + 50″ − |
| | 130° | 7″ + 12″ + |
| Versuch VI. | 110° | 6′ − 7′ − 8′ − |
| | 130° | 12″ + 14″ − 16″ − |

Danach liegen die Tötungszeiten folgendermassen:

| | | | | | Berechnet |
|---|---|---|---|---|---|
| Bei 110° | zwischen | 7′ | und | 8′ | 5,2′ |
| „ 120° | „ | 48″ | „ | 50″ | 50,8″ |
| „ 130° | „ | 12″ | „ | 14″ | 11,8″ |

Danach sind in beiden Versuchen die Zahlen annähernd den berechneten ähnlich, meist wenig höher.

Wenn sich das Verhalten, welches wir für *B. robur* und *B. subtilis* feststellen konnten, annähernd auch bei anderen Spezies zeigen würde, so würde diese Gesetzmässigkeit dafür sprechen, dass dem Sterben durch die höhere Temperatur bei allen Sporenspezies der Bakterien eine gleiche innere Ursache zu Grunde liege. Die Frage nach der Natur dieser Ursache würde dann weiter zu verfolgen sein.

Die bakteriologische Praxis kann aus dem, was wir festgestellt haben, den praktischen Vorteil ziehen, dass sie nur die Tötungszeiten für zwei supramaximale Temperaturen nach meiner Methode festzulegen braucht, die Tötungszeiten für die übrigen Temperaturen dann danach annähernd berechnen kann.

Selbstverständlich kann man in dieser Weise auch das Ultramaximum für jede Spezies berechnen. ENGELMANN hat Ultramaximum den Temperaturgrad genannt, bei welchem der Protoplast „momentan" stirbt, was in der Tat aber nur bedeuten kann, „in einem für uns praktisch nicht mehr messbaren kleinen Zeitraume"; diesen würden wir vielleicht zweckmässiger Weise zu 1″ annehmen. Für die Sporen von *Bacillus robur* könnte man danach z. B. 140° als Ultramaximum bezeichnen, da bei dieser Temperatur die Sporen in einer Sekunde getötet werden.

BAND XXIV. JAHRGANG 1906. HEFT 7.

# BERICHTE

DER

# DEUTSCHEN

# BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

VIERUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 7.

MIT TAFEL XVI—XVIII.

AUSGEGEBEN AM 12. SEPTEMBER 1906.

BERLIN,

GEBRÜDER BORNTRÆGER,

1906.

# Inhaltsangabe zu Heft 7.



**Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:**

**Freitag, den 26. Oktober 1906,**

abends 7 Uhr,

**im Hörsaale des Schwendener'schen Botanischen Instituts,**

Dorotheenstr. 5, I.

# Sitzung vom 27. Juli 1906.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

---

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen:

Fräulein **Kinschewsky**, Dr. **Olga**, in **Marienfelde** bei Berlin, Emilienstr. 10 (durch P. ASCHERSON und P. GRAEBNER),

Herr **Leschnitzer**, Dr. **O.**, Apothekenbesitzer in **Posen**, Wilhelm-Platz 13 (durch CARL MÜLLER und OTTO APPEL).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert:

Fräulein **Rose Stoppel**, in **Charlottenburg**,
und die Herren
**Buder**, Dr. **Johannes**, in **Berlin**,
**Ludwig**, Dr. **Alfred**, in **Strassburg i. Els.**,
**Mücke**, **Manfred**, in **Strassburg i. Els.**,
**Rübel**, Dr. **E.**, im **Berninahospiz**,
**Ulbrich**, Dr. **E.**, in **Berlin**.

---

# Mitteilungen.

---

## 55. Franz Muth: Über die Verwachsung der Seitentriebe mit der Abstammungsachse bei Salvia pratensis L., sowie über einige andere teratologische Erscheinungen an derselben.

Mit Tafel XVI.

Eingegangen am 10. Juni 1906[1]).

In meiner Arbeit über die angewachsenen Achselsprosse von *Symphytum officinale*[2]) habe ich bezüglich des Zustandekommens der

1) Vorgetragen vom Verfasser auf der Generalversammlung in Marburg i. H. am 6. Juni 1906. Veröffentlichung wegen Herstellung der Tafel verzögert.

2) FRANZ MUTH, Untersuchungen über die Entwickelung der Inflorescenz und der Blüten, sowie über die angewachsenen Achselsprosse von *Symphytum officinale*. Flora 1902, Ergänzungsband, S. 56—114.

Extraxillation im Gegensatz zu SCHUMANN[1]) und KOLKWITZ[2]) den Standpunkt vertreten, dass die Annahme von anatomisch nicht nachweisbaren interkalaren Hebungszonen oder Hebungskurven mit den Beobachtungen an den in Frage stehenden Objekten häufig nicht in Einklang zu bringen ist. Ich habe in dieser Beziehung bemerkt: „Besondere interkalare Hebungszonen, wie sie SCHUMANN und KOLKWITZ annehmen, waren nirgends zu konstatieren. Dagegen beobachtet man häufig deutlich eine Differenz der Gewebe des Achselsprosses und der Mutterachse, sowie, dass die „Anwachsungstiefe“, wenn dieser Ausdruck gestattet ist, verschieden ist. Es kommen Fälle vor, bei denen der Seitenspross auf weitere Strecken nur mit seiner äussersten Partie mit der „Abstammungsachse zusammenhängt“ und die der KOLKWITZ'schen Hypothese der gebogenen, interkalaren Zonen direkt widersprechen.“ Es wurde dann weiter darauf aufmerksam gemacht, dass die Extraxillation ausserordentlich unregelmässig auftritt, dass sie mitunter auch vollständig ausbleibt, sowie, dass sich alle Übergänge von der normalen Stellung der Seitentriebe bis zu den extremsten Erscheinungen beobachten lassen. Bezüglich der Erklärung dieser Tatsache habe ich der Meinung Ausdruck gegeben, dass es mechanische Faktoren seien, die das eigentümliche Phänomen bedingen; in erster Linie wurde der Druck, den die ersten, im Wachstum rasch vorwärts schreitenden Laubblätter auf die jungen, in der Entwicklung begriffenen Teile ausüben, in dieser Beziehung verantwortlich gemacht.

Ich habe nun, von dem Standpunkt ausgehend, dass derartige „Anwachsungserscheinungen“ ausnahmsweise auch bei anderen, geeigneten Pflanzen vorkommen können und dass die Verhältnisse bei passenden Objekten vielleicht übersichtlicher sind wie bei *Symphytum*, *Anchusa* usw., mich in dieser Beziehung umgesehen und gefunden, dass speziell *Salvia pratensis* ein sehr günstiges Objekt dafür ist. Bei *Hesperis matronalis* und *Chrysanthemum Leucanthemum* habe ich, nebenbei bemerkt, auch hin und wieder Verwachsung der Achselsprosse mit der Mutterachse beobachtet, aber lange nicht so häufig wie bei *Salvia pratensis.* An dieser Labiate sind bereits zahlreiche teratologische Erscheinungen bekannt. (Vergl. Dr. O. PENZIG, Pflanzenteratologie, II. Bd., S. 239—240). Angaben über die häufige Verwachsung der Seitentriebe mit der Abstammungsachse habe ich aber in der Literatur nicht gefunden. PENZIG bemerkt auf Seite 239

1) K. SCHUMANN, Neue Untersuchungen über den Blütenanschluss. Leipzig 1890, S. 300–319; ferner: „Über die angewachsenen Blütenstände bei den Boraginaceae“. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1892, S. 63–68; „Morphologische Studien“, 1899, Heft II, S. 207–214.

2) R. KOLKWITZ, Über die Verschiebung der Axillartriebe bei *Symphytum officinale.* Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1895, S. 280–285.

nur: „CAMUS fand bisweilen die Spitze der Infloreszenz leicht verbändert.“

In der Umgebung von Oppenheim findet man in diesem regenreichen Sommer recht häufig Exemplare des Wiesensalbei mit mehr oder weniger weitgehender Verwachsung der Achselsprosse mit der Abstammungsachse. Es seien einige Fälle näher beschrieben. Die Fig. 1 stellt einen Salbeistengel dar, bei dem die Seitentriebe teilweise eine nur geringe Anwachsungshöhe zeigen. Die Zeichnung wurde zur klaren Darstellung der Verhältnisse insofern etwas schematisiert, als das zweite und vierte Blattpaar ebenfalls als rechts und links am Stengel sitzend dargestellt ist. Wir sehen an dieser Zeichnung, dass die Seitensprosse *d* und *e* in gewöhnlicher Weise in den Achseln der Blätter *b* und *c* stehen; beim nächsten Blattpaare *f* und *g* sind die Axillartriebe *h* und *i* an ihrer Basis bereits eine kleine Strecke mit der Abstammungsachse *a* verwachsen. Beim dritten Blattpaare *k* und *l* weist der kräftige Seitentrieb *m* eine gerade noch sichtbare Anwachsung an seiner Basis auf, während der gegenüberstehende kleine Spross *n* eine sehr deutliche Extraxillation zeigt; dabei ist der mit der Abstammungsachse verbundene Teil desselben nur als kleiner, schwach gewölbter Längsstreifen zu erkennen. Beim letzten Blattpaar *o* und *p* ist der Seitentrieb *r* in kaum merklicher Weise an die Abstammungsachse mit seinem untersten Teile angewachsen; der Seitentrieb *q* ist dagegen von allen Seitentrieben die längste Strecke mit der Mutterachse vereinigt. Es sei bei diesem Salbeistengel noch darauf hingewiesen, dass stets der Spross, welcher der Achsel des rechten Blattes der einzelnen Quirle entstammt, die stärkere Verwachsung mit der Abstammungsachse aufweist, sowie dass die Anwachsungshöhe der einzelnen Triebe dem Schluss der Hauptachse zu grösser wird.

Die Fig. 2 stellt einen Teil der primären Hauptachse *a* dar, deren Seitensprosse *c* und *b* mit ihrem unteren Teile eine kleine Strecke mit ihr verwachsen sind.

Weiter gehende Anwachsungen der Seitentriebe sowie alle Übergänge bis zur Verbindung der Axillarsprosse mit der Mutterachse bis zum nächsten Blattquirl sind in den Figuren 3—11 dargestellt. Diese Figuren geben Fälle wieder, bei denen wir alle Übergänge, die wir bei *Symphytum officinale* beobachten, feststellen können. Auch bei *Salvia pratensis* ist bei der Verwachsung der Axillarsprosse mit der Abstammungsachse „die Anwachsungstiefe“ sehr verschieden. So stellt die Fig. 5 die Hauptachse *a* einer Pflanze dar, mit der der Seitentrieb *b* nur „ganz locker“ durch seine äusserste Zellenschicht verbunden ist. Inniger ist die Verbindung bei der Verwachsung, welche die Fig. 4 darstellt.

Ein interessanter Fall ist in der Fig. 9 reproduziert; leider war

die Photographie nicht sehr scharf, so dass eine ergänzende Beschreibung nötig ist. Die den Achseln des untersten, durch die Photographie wiedergegebenen Blattpaares *a* und *b* entsprossenen Triebe *c* und *d* sind weit hinauf mit der Abstammungsachse *h* verwachsen. Erst eine kleine Strecke unter dem nächsten Blattquirl (*e* und *f*), der von dem vorhergehenden auffallend weit entfernt ist, werden die Seitensprosse in verschiedener Höhe frei. Der rechte derselben ist inniger mit der Mutterachse verwachsen wie der linke, früher frei werdende. Die beiden Seitensprosse haben in den Achseln ihres untersten Blattpaares ebenfalls Seitensprosse hervorgebracht. Von diesen ist der rechts stehende wiederum mit seiner Mutterachse eine grössere Strecke verbunden geblieben. Der vorliegende Fall zeigt dann weiter die beachtenswerte Eigentümlichkeit, dass das rechte Blatt des untersten Quirles einen kürzeren Blattstiel hat wie das linke; auch in anderen Fällen wurden analoge Verhältnisse konstatiert. Es besteht demnach auch bei den Verwachsungen der Seitentriebe mit der Abstammungsachse bei *Salvia pratensis* eine Beziehung zwischen der Anwachsungshöhe der Axillarsprosse und dem Verhalten der Tragblätter. Bei *Symphytum officinale* lässt sich unschwer feststellen, dass im allgemeinen mit dem Kürzerwerden der Blattspreite die Anwachsungshöhe zunimmt. Bei *Salvia pratensis* lässt sich somit bei charakteristischen Fällen wenigstens ein analoges Verhalten konstatieren.

Bezüglich des in Fig. 9 wiedergegebenen Objektes sei noch bemerkt, dass die in den Achseln des Blattpaares *e* und *f* befindlichen Seitentriebe *g* und *i* ebenfalls mit der Hauptachse verwachsen sind, jedoch nur auf eine kurze Strecke.

Fälle, wo die Verwachsung von Mutterachse und Tochterspross eine sehr innige ist, zeigen die Fig. 7 und 8. Während bei der ersteren abwechselnd nur der eine Seitentrieb (*c* und *g*) extraxilliert ist, sind bei der letzteren beide Sprosse eines Blattquirls mit der Abstammungsachse verwachsen. Speziell die Fig. 8 stellt einen Salbeistengel dar, bei dem die Axillartriebe *c*, *d*, *g* und *h*, wie die Photographie deutlich zeigt, ein ganz analoges Verhalten aufweisen wie diejenigen von *Symphytum officinale* in den extremsten Fällen; die beiden den Achseln der Blätter *e* und *f* entstammenden Seitensprosse *g* und *h* sind bis zum Blattpaar *m* und *n* mit der Achse *l* verwachsen. Auch im vorliegenden Falle sind die höher an der Achse stehenden Axillartriebe weiter hinauf und inniger mit derselben verwachsen wie die tiefer stehenden. Der mit der Stammachse verbundene Teil der extraxillierten Sprosse ist als verhältnismässig schwacher, in die Achsel der Tragblätter herablaufender Gewebestreifen zu erkennen.

Mitunter sind die Seitentriebe nicht mit einer Flächenseite mit der Abstammungsachse verbunden, sondern mit der äusseren Gewebe-

partie einer Kante. Ein derartiger Fall ist in der Fig. 5 illustriert.

Die Ursachen der Anwachsungs- oder Verwachsungserscheinungen können wohl zweierlei Art sein; erstens können Verletzungen durch Tritte von Menschen und Tieren oder auch solche durch Schädlinge die Verwachsungen eingeleitet haben. Bei einem grossen Teile der Fälle dürfte es sich aber ausschliesslich um die Druckwirkung der unteren, grossen, kräftig entwickelten Laubblätter auf die unverletzten jungen, in der Entwicklung begriffenen Anlagen handeln. Ich glaube dies besonders deshalb, weil ich die typischen und am weitgehendsten Extraxillationen am häufigsten in der Nähe des Rheines auf gutem Boden an sehr üppig entwickelten Pflanzen von *Salvia pratensis* beobachtet habe. An trockenen Plätzen mit magerem Boden habe ich solche Anwachsungen bisher nur ganz vereinzelt finden können. Einige Pflanzen z. B., die bezüglich der Anwachsung der Seitensprosse alle Übergänge von der kaum sichtbaren bis zur weitgehendsten aufweisen, waren sehr kräftig und üppig entwickelt. Ihre durchschnittliche Höhe betrug etwa 60 *cm*; die untersten Blätter waren mit Stiel bis zu 30 *cm* lang, ihre Spreite über 10 *cm* breit. Die Pflanzen zeigten in jeder Beziehung eine ganz normale und gesunde Entwicklung und Gestalt. Irgendwelche Beschädigungen derselben sind unter den obwaltenden Umständen kaum anzunehmen. Bei den Fällen, wo eine solche eventuell in Frage kommen kann, weisen die Pflanzen meistens auch deutliche Anzeichen, wie auffallende Knickungen des Stengels usw., dafür auf.

Dass diese unteren, grossen, üppig entwickelten Laubblätter sehr starke Druckwirkungen auf die von ihnen eingeschlossenen jüngeren Organe ausüben können, dafür spricht auch die Erscheinung, dass bei den Pflanzen mit typischer Extraxillation der Seitensprosse die Stengel der unteren Lateraltriebe häufig nicht die normale vierkantige Gestalt aufweisen; sie haben vielmehr nicht selten eine mehr oder minder flache Gestalt; dabei weisen sie Vertiefungen und Leisten auf, die mit den entsprechenden Erhöhungen und Einsenkungen ihrer Hauptachse korrespondieren. Ein solcher Fall ist in der Fig. 10 dargestellt. Der in der Achsel des Tragblattes *b*, das dem zweiten Quirl einer primären Hauptachse angehört, stehende Seitentrieb *c* weist in seinem oberen Teile eine ganz flache, in der Mitte hohle Gestalt auf. Von seinen beiden Seitentrieben zeigt der eine (*i*) eine ziemlich weitgehende Anwachsung, während der andere (*h*) frei in der Achsel seines Tragblattes (*f*) steht.

Über die Erblichkeit der Verwachsung der Axillarsprosse mit der Abstammungsachse bei *Salvia pratensis* werden bereits eingeleitete Versuche Auskunft geben.

Im Anschluss an die besprochenen, angewachsenen Achsel-

sprosse seien noch einige andere teratologische Vorkommnisse an *Salvia pratensis* erwähnt, die ich beim Suchen nach den ersteren beobachtet habe.

Die Fig. 11 stellt einen Salbeistengel mit einem an seiner Basis mit der Hauptachse *h* verwachsenen fasciierten Seitentrieb *d* dar; dieser zeigt an seiner Basis eine Verwachsung von zwei Tragblättern; der betreffende Knoten hat somit einen dreigliederigen Blattquirl, eine Erscheinung, die an sich, wie PENZIG in seiner bekannten Teratologie (II. Band, S. 239) bemerkt, nicht besonders selten ist. Verwachsung von zwei Blättern eines solchen Quirls habe ich aber nur bei dem in Rede stehenden Exemplar beobachtet. Die Mittel- oder richtiger die Hauptnerven der beiden Blätter *b* und *c* verlaufen nahe nebeneinander. Der Seitentrieb *d* stellt somit eine Verwachsung zweier Seitentriebe dar; in seinem oberen freien Teile zeigt er zunächst eine starke Knickung, um schliesslich nach mehreren mehr oder weniger grossen Knickungen und Drehungen in ein breites, stark verbändertes, mit einem dicken Blütenschopf gekröntes Ende überzugehen.

Eine interessante teratologische Erscheinung ist in der Fig. 13 dargestellt. Die primäre Hauptachse *h* der grossen und kräftigen Pflanze mit auffallend üppig entwickelten Grundblättern ist bis zum vorletzten in der Zeichnung wiedergegebenen Blattquirl (*a* und *b*) normal; von diesem bis zum letzten Blattpaar *e* und *f* zeigt sie eine innige Anwachsung der beiden Achseltriebe *c* und *d*, von welchen je zwei mit der Annäherung an das letzte Blattpaar stärker hervortretende Leisten sehr deutlich ins Auge fallen. Die beiden Seitentriebe *c* und *d* werden aber am obersten Blattpaare noch nicht frei, sondern sind noch einmal eine kleine Strecke abwärts mit dem mit der Hauptachse verbundenen Teile ihrer eigenen Achse verwachsen, um jetzt erst eine ganz normale Blütenachse mit zwei in gewöhnlicher Weise in den Achseln der Tragblätter stehenden Seitentrieben auszugliedern. Die primäre Hauptachse der Pflanze selbst schliesst mit zwei gleich langen, in gleicher normaler Weise entwickelten Blütenzweigen ab, die in den Achseln von kräftig ausgebildeten Tragblättern sitzen; eine Fortsetzung der Hauptachse fehlt; auch nicht eine Spur einer Anlage lässt sich in den Achseln der beiden Tragblätter nachweisen. Die Verhältnisse am Schlusse der Hauptachse machen den Eindruck, als wenn die beiden Sprosse *g* und *h* einer dichotomieartigen Teilung der Hauptachse ihre Entstehung verdanken würden (vergl. S. 359). Indess ist es auch möglich, dass das eine Tragblatt steril ist und der eine ausgegliederte Seitentrieb seine Abstammungsachse in der Entwickelung eingeholt hat.

Eigentümliche, mir nicht ganz klare Verhältnisse finden wir bei der Salbei, die in der Fig. 12 dargestellt ist; bei dieser sind sämt-

liche Blattquirle mit Ausnahme des untersten, normal zweigliederigen viergliederig.

Die Pflanze hat im ganzen vier Blattquirle; zwei derselben sind in der erwähnten Figur reproduziert; der obere derselben zeigt die vier Blätter *e*, *f*, *g* und *h* mit den sechs Trieben *k*, *l*, *m*, *n*, *o* und *p*; diese Verhältnisse scheinen, wie man nach den Kanten des Zwischenknotenstückes wohl annehmen muss, auf einer innigen Verwachsung zweier längerer Axillarsprosse (ähnlich den in der Fig. 13 wiedergegebenen) mit der Hauptachse *h* zu beruhen. Die angewachsenen Seitentriebe *l* und *o* haben nun wieder in den Achseln ihrer untersten Blattquirle *f* und *g*, *e* und *i* die Axillartriebe *k* und *m*, *n* und *p* ausgegliedert. Der Trieb *o* zeigt in seinem mittleren Teile bei *r* eine Knickung, wobei die aufeinander liegenden Teile der Achse mit einander verwachsen sind.

Die Hauptachse schliesst mit zwei Blüten ab; von diesen hat die in der Mitte stehende *q* bereits verblüht, während die andere, links neben dieser stehende noch in der Blüte begriffen ist. Vor diesen beiden Blüten an der Basis des Triebes *n* befindet sich ein grünes Blättchen. Die beiden anderen viergliederigen Blattquirle tragen in den Achseln sämtlicher Blätter kleine Seitentriebe.

Wie die beiden zuletzt besprochenen Fälle zeigen, kommen bei *Salvia pratensis* Abweichungen von dem normalen Ausgliederungsmodus am Ende der Achsen vor; dies gilt in erster Linie für die Hauptachse. Für gewöhnlich schliesst diese mit einer terminalen, die letzten Seitentriebe bedeutend an Länge überragenden Infloreszenz ab. Häufig kommt es aber vor, dass diese Seitenzweige ihre Abstammungsachse in der Grösse erreichen oder überholen. Ein oder beide Blätter des Quirls bleiben nicht selten steril. Im ersten Falle kann dann der Axillartrieb wieder die gleiche oder eine stärkere Entwickelung, wie der Muttersproses aufweisen. Schliesslich findet man an Stelle des letzteren eine oder mehrere Blüten, ähnlich wie bei der dichasialen Verzweigung, und endlich kann am Schluss der Achse ein grünes Blättchen stehen, wie dies die Fig. 14 zeigt. Überhaupt scheint der Wiesensalbei eine sehr zur Variation neigende Pflanze zu sein. Allgemein bekannt ist, dass die Farbe der Blumenkrone häufig weiss oder rot ist. Ich möchte aber doch noch bemerken, dass es geradezu auffallend ist, wie sehr oft dicht nebeneinander stehende Pflanzen in der Farbe und der Behaarung von Stengeln und Blättern verschieden sind. Oft sind diese ganz hellgrün, dann wieder ganz satt dunkelgrün oder rötlich grün, selbst ganz intensiv rot. Einzelne Pflanzen sind beinahe ganz kahl, während andere durch eine sehr intensive Behaarung ganz weiss erscheinen. Auch die Form der Blätter variiert. An diesen beobachtet man hin und wieder eine Erscheinung, die hier noch erwähnt sei.

Sie zeigen nämlich mitunter auf ihrer Oberseite krausenartige Auswüchse; dabei pflegt die Spreite eine oder mehrere oft bis zum Mittelnerv gehende Einbuchtungen aufzuweisen. Die Lappen sind in normaler Weise gekerbt, so dass der ursprüngliche Verdacht, dass es sich um direkte Frassbeschädigungen oder um mechanische Verletzungen handeln könnte, sich nicht als zutreffend erwies. Vermutlich sind die erwähnten Vorkommnisse an den Blättern durch die gleichen Ursachen bedingt, die oben (S. 357) für die Anwachsungen der Seitentriebe an die Mutterachse herangezogen wurden. Auch hier wird es sich wohl entweder um Beschädigungen irgend welcher Art während der ersten Entwickelung der Blätter als einleitende Ursache oder aber ausschliesslich um energische Druckwirkungen der ersten, grossen Blätter auf die nach ihnen entstehenden, in den jüngsten Stadien handeln. Zu den Variationserscheinungen kann man solche Vorkommnisse deshalb nicht rechnen, weil sie nur an einem, zwei oder wenigen Blättern einer Pflanze auftreten.

Zum Schluss möchte ich nochmals auf die angewachsenen Axillartriebe zurückkommen. Ich glaube, es wird bei diesen niemand zu besonderen Hebungszonen seine Zuflucht nehmen. Schon der Umstand, dass der eine der beiden Seitensprosse eines Knotens in weitgehender Weise extraxilliert sein kann, während der andere in normaler Weise in der Achsel seines Tragblattes stehen bleibt, schliesst deren Annahme aus. Wir haben bei den Axillartrieben von *Salvia pratensis* Verhältnisse angetroffen, die denen von *Symphytum officinale* analog sind. Was bei ersterer als Ausnahme auftritt, ist bei letzterem Regel geworden. Ich bin der Ansicht, dass die bei *Salvia pratensis* beschriebenen Vorkommnisse meine bei *Symphytum officinale* ausgesprochene Meinung bestätigen, dass die extraxillierten Seitensprosse der Boraginaceen und Solanaceen unter die Kategorie der Anwachsungs- oder Verwachsungserscheinungen gehören, deren bedingende Ursache in dem Druck der unteren Laubblätter auf die jungen, in der Entwickelung begriffenen Teile zu suchen ist.

Die Erklärung der Figuren der Tafel findet sich im Text. Die Figuren sind nach Photographien und Zeichnungen, die in natürlicher Grösse ausgeführt wurden, verkleinert im Massstab von 1 : 2. Die Originale der Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 10, 13 und 14 wurden von ROSA MUTH nach der Natur gezeichnet, die der Fig. 6, 7, 8, 9, 11 und 12 von A. RATHGEBER photographiert.

Oppenheim a. Rhein, Grossh. Wein- und Obstbauschule.

## 56. G. Haberlandt: Ein experimenteller Beweis für die Bedeutung der papillösen Laubblattepidermis als Lichtsinnesorgan.

Eingegangen am 7. Juli 1906.

Nach der von mir ausführlich begründeten Auffassung[1]) ist die papillöse Epidermis der Oberseite des transversalheliotropischen Laubblattes ein Lichtsinnesorgan, welches die Wahrnehmung der Lichtrichtung seitens der Blattspreite ermöglicht. Die papillösen Epidermiszellen repräsentieren lichtkonzentrierende Sammellinsen: in der Mitte der Innenwand jeder Zelle, die von der lichtempfindlichen Plasmahaut bedeckt ist, entsteht bei senkrechtem Lichteinfall ein helles Mittelfeld, das von einer dunklen Randzone umgeben ist. Bei schrägem Lichteinfall rückt das helle Mittelfeld zur Seite, die dunkle Randzone wird einerseits schmäler, andererseits breiter. Diese Änderung der Intensitätsverteilung des Lichtes wird als tropistischer Reiz empfunden, der jene Bewegungen des Blattstieles auslöst, welche die Spreite in die günstige fixe Lichtlage wieder zurückführen.

Der Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung wurde von mir auf doppelte Weise geführt.

Zunächst wurde gezeigt, dass die optischen Voraussetzungen für die Perzeption der Lichtrichtung in den subepidermalen Geweben der Blattspreite höchst ungünstige sind, wogegen die obere Epidermis einen in optischer Hinsicht vortrefflich konstruierten Apparat zur Wahrnehmung der Lichtrichtung darstellt. Daraus folgt mit logischer Konsequenz, dass die obere Epidermis als Sinnesorgan der Lichtperzeption fungiert. Bei dieser anatomisch-physiologischen Beweisführung spielt neben der ausgedehnten anatomischen Beobachtung auch das Experiment eine wichtige Rolle, und zwar in Form jenes physikalischen Versuches, den ich als „Linsenversuch“ beschrieben habe. Durch diesen wird nämlich die optische Eignung der papillösen Epidermis zur Perzeption der Lichtrichtung vollkommen sichergestellt.

Ausser dieser allgemeinen, durch den Gang der ganzen Untersuchung gegebenen Beweisführung habe ich aber für die Funktion der papillösen Epidermis der Blattoberseite als Lichtsinnesorgan auch noch einen *direkten* experimentellen Beweis erbracht. *Durch Untertauchen der Blätter unter Wasser wurde die Funktion der papillösen Epidermiszellen als Sammellinsen aus-*

1) G. HABERLANDT, Die Perzeption des Lichtreizes durch das Laubblatt. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XXII, 1904. — Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter. Leipzig 1905.

geschaltet, die Entstehung eines die Orientierung ermöglichenden hellen Mittelfeldes und einer dunklen Randzone auf den Innenwänden der Epidermiszellen unmöglich gemacht[1]). Waren bei diesen Versuchen die Blattstiele, welche eventuell zufolge ihres positiven Heliotropismus die grobe Einstellung in die fixe Lichtlage vermitteln konnten, auf geeignete Weise verdunkelt, so zeigten die schräg beleuchteten, untergetauchten Blattspreiten nicht die geringste Neigung, in die günstige fixe Lichtlage einzurücken, sie konnten die Lichtrichtung nicht perzipieren. Damit war erwiesen, dass die Linsenfunktion der Epidermiszellen zur Wahrnehmung der Lichtrichtung unentbehrlich ist. Auf die nähere Ausführung dieser mit den Blättern von *Humulus Lupulus*, *Ostrya vulgaris*, *Begonia discolor* und *Tropaeolum majus* angestellten Versuche brauche ich hier nicht einzugehen. Ich verweise in dieser Hinsicht auf meine ausführliche Arbeit.

Der nahe liegende Einwand, dass durch das Untergetauchtsein der Blätter unter Wasser möglicherweise ihre Lichtempfindlichkeit, mag dieselbe in der Epidermis oder sonstwo im Blatt ihren Sitz haben, geschädigt oder sogar ganz aufgehoben wurde[2]), ist deshalb nicht zutreffend, weil untergetauchte Stengel und Blattstiele positiv heliotropische Krümmungen anstandslos ausführen. Hier kommt es aber nur auf den Helligkeitsunterschied zwischen Licht- und Schattenseite des Organs an, der natürlich auch unter Wasser vorhanden ist. Wenn aber die Lichtempfindlichkeit positiv heliotropischer Organe unter Wasser keine Schädigung erfährt, so ist nicht einzusehen, weshalb die Lichtempfindlichkeit transversalheliotropischer Organe sich anders verhalten sollte.

Nichtsdestoweniger musste es, um jeder Kritik standzuhalten, erwünscht sein, den soeben beschriebenen Versuch in der Art zu modifizieren, dass nur die Oberseite der Blattspreite benetzt wird, die Unterseite und der Blattstiel dagegen nach wie vor nur von atmosphärischer Luft umgeben sind. In diesem Falle befindet sich das Blatt gewiss unter ganz natürlichen Bedingungen, denn eine viele Tage lang andauernde Benetzung der Blattoberseite kommt beispielsweise im tropischen Regenwalde oft genug vor, ohne das Blatt im geringsten zu schädigen.

Die abgeänderte Versuchsmethode bestand also im wesentlichen darin, dass die Spreite des betreffenden Laubblattes auf ihrer Oberseite mit Wasser benetzt und die Wasserschicht mit einem entsprechend zugeschnittenen dünnen Glimmerblättchen bedeckt wurde.

1) Vgl. Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter; das Verhalten submerser Blattspreiten mit papillöser Epidermis. S. 86ff.

2) Dieser Einwand ist von FITTING in seinem Referate in der Botanischen Zeitung, 1905, S. 201, geltend gemacht worden.

Bei der annähernden Gleichheit des Brechungsvermögens des Wassers und des Zellsaftes der Epidermiszellen wurde die Linsenfunktion der letzteren ausgeschaltet und eine annähernd gleichmässige Beleuchtung der Epidermisinnenwände herbeigeführt. Die derart benetzten Blätter wurden zu Beginn des Versuches in der heliotropischen Kammer aus ihrer fixen Lichtlage herausgebracht und schräger Beleuchtung ausgesetzt. Ihr weiteres Verhalten lieferte dann die Entscheidung.

Bei der Ausführung dieses Experimentes handelte es sich vor allem um ein geeignetes Versuchsobjekt mit möglichst flachen, leicht benetzbaren und genügend kleinen Blattspreiten. Ich wählte dazu noch jugendliche Pflänzchen von *Begonia semperflorens* Lk., die in einem Blumentopfe aus Samen gezogen waren. Das erste Laubblatt der Keimpflanze besitzt im ausgewachsenen Zustande eine flach ausgebreitete, rundliche, vom Blattstiel scharf abgegrenzte Spreite von 8—10 *mm* Länge und Breite, mit ganzem oder nur andeutungsweise gekerbtem Rande. Der Blattstiel ist nur 4—5 *mm* lang. Das nächstfolgende Laubblatt ist schon bedeutend grösser; seine Spreite ist noch immer genügend flach ausgebreitet, ihre Asymmetrie bereits angedeutet, der Blattrand deutlich gekerbt. Länge und Breite der Spreite betragen 15—19 *mm*. Der Blattstiel ist 14—16 *mm* lang. Die obere, grosszellige, spaltöffnungsfreie Epidermis der Spreite besitzt beim ersten wie beim zweiten Blatte in ihrer ganzen Ausdehnung stark papillös vorgewölbte Aussenwände.

Der Topf mit den *Begonia*-Pflänzchen wurde zunächst in der Mitte einer heliotropischen Kammer aufgestellt, deren vordere Schubwand ganz entfernt war. Die Kammer stand auf einem Tische vor einem Nordwestfenster des botanischen Institutes, so dass die Pflänzchen in schräger Richtung von diffusem Tageslichte beleuchtet wurden. Der Boden der Kammer war von einer Wasserschicht bedeckt. Nachdem sich die auf die Kotylen folgenden ersten Laubblätter mit ihren Spreiten in die fixe Lichtlage eingestellt hatten, wurden zwei derselben auf die oben besprochene Weise mit Leitungswasser benetzt und mit je einem Glimmerblättchen bedeckt. Von Zeit zu Zeit wurde das verdunstete Wasser mit Hilfe eines nassen Pinsels ersetzt, mit dem man den Blattrand berührte. Das Wasser wurde sofort kapillar eingesogen, und so konnte das Blatt den ganzen Tag über benetzt erhalten werden. Abends deckte man die heliotropische Kammer mit einem schwarzen Tuche zu, worauf am nächsten Morgen unmittelbar nach Entfernung des Tuches die Blattoberseite aufs neue benetzt wurde.

Zu Beginn des ersten Versuches am 15. Mai (Temperatur 19° C.) war dem Topfe, der an einem Stativ befestigt war, eine derart geneigte Stellung gegeben worden, dass das Licht die Blattspreiten aller Pflänzchen unter einem spitzen Winkel traf. Von den beiden

mit Wasser benetzten Blättern zweier Pflänzchen befand sich im Hinblick auf die Richtung des einfallenden Lichtes das eine in der Flankenstellung, das andere in der Medianstellung mit nach hinten gekehrter Blattspreite. Die nicht benetzten Blätter der übrigen Pflänzchen befanden sich zum Teil in eben denselben, zum Teil natürlich auch in verschiedenen anderen Stellungen, bei allen aber war die Blattspreite anfänglich schräg beleuchtet.

Die benetzten und die unbenetzten Blätter zeigten nun im Laufe der nächsten Tage ein ganz verschiedenes Verhalten. Während die Blätter mit unbenetzten Blattspreiten am vierten Tage nach Beginn des Versuches durch Drehungen bezw. Krümmungen ihrer Blattstiele mehr oder minder vollständig in die neue fixe Lichtlage eingerückt waren, machten die beiden benetzten Blätter auch nicht den geringsten Versuch, in die transversal-heliotropische Stellung bezw. in die günstige fixe Lichtlage zu gelangen. Ihre Blattspreiten zeigten nach vier Tagen noch dieselbe Lage wie zu Beginn des Versuches. Nun wurden sie trocken gelegt und waren dann nach weiteren vier Tagen, wenn auch nicht vollständig, in die neue fixe Lichtlage eingerückt.

In der zweiten Junihälfte wurde dann derselbe Versuch mit den inzwischen herangewachsenen nächstfolgenden Laubblättern mehrerer Pflänzchen wiederholt. Die Temperatur betrug jetzt 21—23° C. Das Ergebnis war dasselbe. Wieder zeigte sich vollständige Unfähigkeit der Blätter mit benetzten Blattspreiten, die Lichtrichtung zu perzipieren und in die neue fixe Lichtlage einzurücken, wogegen die Blätter mit trockenen Spreiten längstens nach vier Tagen mehr oder minder vollständig die transversal-heliotropische Stellung aufwiesen. Wurden die benetzten Spreiten am vierten oder fünften Tage dauernd trocken gelegt, so gelang es ihnen nunmehr, durch entsprechende Blattstielbewegungen, wenn auch verspätet, die neue fixe Lichtlage ziemlich vollkommen zu erreichen. Wenn dabei die entsprechenden Bewegungen nicht so prompt und exakt verliefen wie bei den trocken gebliebenen Blättern, so ist dies vielleicht darauf zurückzuführen, dass sich infolge der mehrtägigen Benetzung die lichtempfindlichen Plasmahäute der Epidermisinnenwände bis zu einem gewissen Grade an die gleichmässige Beleuchtung gewöhnt hatten. Doch das ist Nebensache. Entscheidend ist, dass durch die Benetzung der Blattoberseite die transversal-heliotropische Empfindlichkeit der Lamina nicht aufgehoben wird, so dass ihre Bewegungslosigkeit während der Dauer der Benetzung nur auf dem Ausfall der optischen Voraussetzung für die Perzeption der Lichtrichtung beruhen kann. Diese Voraussetzung ist die Sammellinsenfunktion der papillösen Epidermiszellen.

Die vorstehend mitgeteilten Versuche lehren auch, dass den

Blattstielen von *Begonia semperflorens* die Fähigkeit zu selbstständigen heliotropischen Bewegungen vollkommen abgeht. Die Blattstiele sind selbst nicht im geringsten heliotropisch empfindlich; sie können heliotropische Bewegungen nur unter dem dirigierenden Einfluss der Spreite ausführen. Das gleiche Verhalten der Blattstiele habe ich schon früher für *Begonia discolor* festgestellt[1]).

Es ist jetzt noch dem Einwande zu begegnen, dass bei den benetzten Versuchsblättern das Gewicht der Wasserschicht und des Glimmerblättchens möglicherweise so gross war, dass der Blattstiel in seinen auf Erreichung der fixen Lichtlage abzielenden Bewegungen gehemmt wurde. Demgegenüber haben bereits VÖCHTING[2]) und KRABBE[3]) festgestellt, dass selbst eine Steigerung des Spreitengewichtes auf mehr als das Doppelte auf die Blattstielbewegungen ohne Einfluss ist. Bei der von mir angewandten Versuchsmethode wurde aber das Spreitengewicht der *Begonia*-Blätter kaum verdoppelt. In einem bestimmten Einzelfalle wog die trockene Spreite 0,058 *g*, die benetzte und mit dem Glimmerblättchen bedeckte Spreite 0,112 *g*, das Glimmerblättchen für sich allein 0,02 *g*. Um nun zu sehen, ob der Blattstiel eine in gleichem Masse belastete, aber trockene Spreite zu heben vermag, wurde folgender Versuch angestellt. Eine durch Wendung des Topfes aus der fixen Lichtlage herausgebrachte Blattspreite, deren Gewicht, wie die spätere Wägung ergab, 0,091 *g* betrug, wurde in horizontaler Lage mit einem 0,115 *g* schweren Deckgläschen bedeckt und dieses mittels dreier kleiner Gummitropfen am Blattrand festgekittet. Das Blatt befand sich in der Medianstellung, die horizontale, schräg beleuchtete Spreite war nach rückwärts gekehrt. Das Einrücken in die neue fixe Lichtlage konnte also nur durch Krümmung des Blattstieles gegen das Licht zu bezw. durch Hebung der belasteten Spreite erfolgen. Diese Hebung ging nun ganz prompt und ebenso schnell vor sich wie bei Blättern mit nicht belasteten Spreiten. Der Erhebungswinkel betrug am Abend des zweiten Tages bereits etwa 40°, die Spreite mit dem Deckgläschen befand sich wieder ziemlich genau in transversal-heliotropischer Stellung. —

Schliesslich sei noch hervorgehoben, dass das Ergebnis der mitgeteilten Versuche eine wichtige Stütze der von mir schon früher ausgesprochenen Ansicht ist, wonach die kegelförmigen Epidermiszellen der „sammetblätterigen“ Pflanzen eine Anpassung an dauernde

1) Vgl. G. HABERLANDT, Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter, S. 17, 18.

2) H. VÖCHTING, Über die Lichtstellung der Laubblätter. Bot. Zeit. 1888, S. 553, 554.

3) G. KRABBE, Zur Kenntnis der fixen Lichtlage der Laubblätter. Jahrb. für wiss. Botanik, 20. Bd., S. 229.

Benetzung vorstellen[1]), die an den natürlichen Standorten dieser Pflanzen, im tropischen Regenwalde, so häufig eintritt. Indem die abgerundeten Kuppen der Zellen aus der Wasserschicht gleich Inseln hervorragen und nach wie vor als Samellinsen fungieren, ist auch das dauernd benetzte Sammetblatt imstande, die Lichtrichtung zu perzipieren.

---

## 57. V. Grafe und K. Linsbauer: Über die wechselseitige Beeinflussung von Nicotiana Tabacum und N. affinis bei der Pfropfung.

Eingegangen am 19. Juli 1906.

Das Verhältnis, in welches Unterlage und Edelreis bei der Pfropfung treten, findet in der Regel lediglich in einem wechselseitigen Austausch von Nährstoffen seinen Ausdruck, ohne dass dabei einer der beiden Komponenten in auffallenderer Weise verändert würde. In anderen, vereinzelten Fällen macht sich hingegen eine soweit gehende Beeinflussung geltend, dass das Resultat einer Hybridisation vorzuliegen scheint. Zwischen diesen beiden extremen Erscheinungsformen der Pfropfung liegen zahlreiche Fälle, in welchen sich eine mehr oder minder weit reichende Veränderung eines oder beider Komponenten nachweisen lässt, die aber doch nicht so tief in die Organisation eingreift, dass man ohne weiteres berechtigt wäre, in einem der beiden Symbionten einen Pfropfhybriden zu vermuten.

Derartige Einflüsse, welche sich in der Regel in einer Änderung der Vitalität, der morphologischen oder der chemischen Eigentümlichkeiten eines der beiden Komponenten äussern, wurden von VÖCHTING[2]) als Ernährungs-, korrelative und Infektionseinflüsse zusammengefasst.

Ob diese Einteilung aufrecht zu erhalten ist, soll hier nicht näher diskutiert werden und lässt sich überhaupt nicht bestimmt entscheiden, so lange nicht eine genauere Analyse der einzelnen Erscheinungen vorliegt. Es sei nur darauf hingewiesen, dass z. B. FRUHWIRT[3]) die Vermutung äussert, dass auch die korrelativen Einflüsse im Sinne VÖCHTING's als ernährungsphysiologische aufzufassen sein könnten; in gleicher Weise könnten aber auch die sogenannten

1) Vgl. Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter, S. 60, 65.

2) Über Transplantation am Pflanzenkörper. Tübingen 1892.

3) Die Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. I. Bd., Allgemeine Züchtungslehre, II. Aufl., 1905, S. 81.

Infektionseinflüsse, wobei in erster Linie an die Übertragung des Panachements zu denken ist, in dieselbe Kategorie zu stellen sein.

Ein tieferer Einblick in den Vorgang der wechselseitigen Beeinflussung wird sich am ehesten dort gewinnen lassen, wo in einem der beiden Komponenten chemische Veränderungen nachweisbar sind. Aber auch in derartigen Fällen stellen sich oft unüberwindliche Hindernisse der eindringlicheren Analyse der Erscheinung in den Weg. Es sei hier nur auf den anscheinend so einfach liegenden Fall der „metaplastischen Farbstoffübertragung“[1]) von Edelreis auf Unterlage hingewiesen, wie ihn z. B. LINDEMUTH[2]) an Kartoffelstengelpfropfungen erhielt. In welcher Weise diese Farbstoffübertragung zu denken ist, ist völlig unaufgeklärt. KÜSTER weist mit Recht darauf hin, dass wir nicht berechtigt sind, eine einfache Wanderung von Anthokyan oder etwa eines unbekannten Leukofarbstoffes anzunehmen, so nahe auch eine derartige Annahme zu liegen scheint. Dass die Farbstoffbildung in der Unterlage ein Ausdruck einer Hybridisation ist, erscheint ebensowenig glaubhaft. KÜSTER vermutet daher, dass die Anthokyanbildung in diesem Falle überhaupt nicht direkt vom Edelreis verursacht wurde, vielmehr mit der die Pfropfung begleitenden Verletzung zusammenhänge. Schon der Hinweis auf diese verschiedenen Erklärungsmöglichkeiten, deren übrigens noch manche andere angeführt werden könnten, beweist unsere geringe Einsicht in den Vorgang dieser „Beeinflussung“. In ganz ähnlicher Lage befinden wir uns, trotz der ausgezeichneten Untersuchungen von BEIJERINCK, LINDEMUTH, BAUR[3]) u. a., bezüglich der Übertragung der „infektiösen Chlorose“, da wir über die Natur des postulierten „Virus“ ebenso im Unklaren sind wie über die bei der Panachüre auftretenden chemischen Veränderungen.

Die Hoffnung, zu einem befriedigenderen Ergebnisse zu gelangen, ist jedenfalls grösser, wenn es sich um Übertragung einer chemisch wohl definierten und mit Sicherheit nachweisbaren Substanz handelt. Hierher gehört in erster Linie der von STRASBURGER[4]) beschriebene Fall des Auftretens von Atropin in der Knolle einer Kartoffel, welche einer *Datura* als Unterlage diente. STRASBURGER weist mit Recht darauf hin, dass die Untersuchung dieses Falles ein Licht auf die Frage der Übertragung der Panachüre zu werfen geeignet sei. Eine eingehendere experimentelle Untersuchung dieses Falles ist nur deshalb misslich, weil sich in der Kartoffel nur minimale Spuren

---

1) Siehe KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie. Jena, Verlag FISCHER, 1903, S. 59.

2) Landw. Jahrbücher 1878, Bd. VII.

3) Diese Berichte 1904, S. 453. — Vgl. auch KÜSTER, l. c., S. 37.

4) Diese Berichte, III. Bd., 1885, S. XXXIX.

— schätzungsweise einige Milligramm in 800 *g* Knollen — nachweisen liessen.

Die Erwartung, eine grössere Menge eines sicher nachweisbaren Alkaloids zu erhalten, um dadurch ein geeigneteres Material für weitere Untersuchungen zu erlangen, veranlasste uns, nikotinhaltige Tabaksorten auf nikotinfreie oder wenigstens nikotinarme Arten zu pfropfen. Die Pfropfung und Kultur wurde unter unserer Kontrolle in der Wiener Biologischen Versuchsanstalt durchgeführt, wofür wir deren Leitern, insbesondere den Herren Dr. W. FIGDOR und L. VON PORTHEIM, zu bestem Danke verpflichtet sind. Überdies gebührt unser Dank dem Entgegenkommen der k. k. Tabakregie, welche uns die Erlaubnis verschaffte, Tabak zu kultivieren und uns entsprechendes Samenmateriale zur Verfügung stellte.

Die Pfropfung erfolgte durch „einfache Kopulation", wobei die Pfropfstelle, welche in üblicher Weise verbunden und mit Baumwachs verschmiert wurde, etwa 8—10 *cm* über den Boden zu liegen kam. Die Pflanzen wurden einzeln in Töpfen kultiviert und im Gewächshause mit gutem Erfolge überwintert. Die zur Blüte gelangten Edelreiser zeigten keinerlei Abweichung gegenüber den nicht gepfropften Exemplaren. Im allgemeinen schien nur die schwachwüchsige *Nicotiana affinis* in allen Teilen robuster, wenn ihr *Nicotiana Tabacum* als Unterlage diente. Die Blätter der Unterlage gingen ausnahmslos bald nach dem Pfropfen zugrunde. Indessen entwickelten sich bei einer Anzahl von Exemplaren von der Unterlage ausgehende Seitentriebe, deren Blätter zur Untersuchung verwendet wurden. Zunächst wurden derartige Seitensprosse einer nicht gepfropften Pflanze auf Nikotin geprüft. Die Probe ergab ein negatives Resultat, so dass wir uns zur Annahme berechtigt glauben, dass die Achseltriebe unserer im Topfe kultivierten *Nicotiana affinis* tatsächlich nikotinfrei waren. Nach vorläufigem Abschluss unserer Untersuchungen hatte Herr Dr. PREISSECKER die Freundlichkeit, uns darauf aufmerksam zu machen, dass nach seinen Erfahrungen auch *Nicotiana affinis* Nikotin enthielte. Der Nikotingehalt wäre jedoch, obwohl möglichst grosse „reife" Blätter untersucht wurden, sehr gering und betrage 0,048 pCt. (bezogen auf Trockengewicht) bei ungeköpften, 0,078 pCt. bei geköpften Exemplaren[1]). Eine Nachprüfung an kräftigen Freilandexemplaren bestätigte die Richtigkeit dieser Angaben. Es muss daher unentschieden bleiben, ob die Achseltriebe unserer Topfpflanzen tatsächlich völlig nikotinfrei waren oder doch so geringe Quantitäten des Alkaloids enthielten, dass sie der chemischen Untersuchung, zu welcher nur verhältnis-

1) K. PREISSECKER, *Nicotiana alata* Link et Otto. Fachl. Mitt. der k. k. österr. Tabakregie Wien, 1902, Heft 1.

mässig wenig Substanz zu Gebote stand, entgingen. Jedenfalls steht die für die Beurteilung unserer Versuche wichtige Tatsache fest, dass der Nikotingehalt unserer *affinis*-Pflanzen die obigen Werte keinesfalls erreichte, falls sie nicht überhaupt völlig nikotinfrei waren.

Die qualitative Untersuchung der Axillartriebe derjenigen Exemplare, welche der *Nicotiana Tabacum* (var. *Palatinum* oder *auriculatum*) als Unterlage dienten, ergab unseren Erwartungen entsprechend stets einen deutlichen Nikotingehalt. Desgleichen enthielt *Nicotiana affinis* zweifellos stets Nikotin, wenn sie als Edelreis einer *Nicotiana Tabacum* aufgepfropft worden war.

Der qualitative Nachweis von Nikotin wurde in der Weise vorgenommen, dass das zerquetschte Blattmaterial mit durch einige Tropfen HCl angesäuertem Wasser am Rückfluss durch drei Tage ausgezogen, das Extrakt mit 4 pCt. NaOH versetzt und die alkalische Flüssigkeit abdestilliert wurde; das Destillat wurde hierauf mit Äther geschüttelt, im Scheidetrichter geschieden und die ätherische Lösung auf einem Uhrglas bei Zimmertemperatur eindunsten gelassen, wobei einige stark nach Tabak riechende braune Tröpfchen zurückblieben, die sich beim Erhitzen über der Flamme in dichten, weissen, betäubend riechenden Nebeln verflüchtigten. Ein anderer Teil der Ätherlösung wurde mit gesättigter ätherischer Jodlösung in einem kleinen Becherglase versetzt. Allmählich schied sich eine kleine Menge einer rötlichen Harzmasse aus, die darüber stehende Lösung sonderte nach einigen Tagen die charakteristischen roten ROUSSIN-schen Kristallnadeln aus. Nachdem die qualitativen Proben das Vorhandensein von Nikotin in den *Nicotiana affinis*-Unterlagen ergeben hatten, wurden diesbezügliche quantitative Versuche unternommen. Diese wurden genau nach der Methode KISSLING's[1]), welche eine Modifikation der SCHLÖSING'schen darstellt, durchgeführt. Die Blätter von Seitentrieben der Unterlage wurden klein zerschnitten, drei Tage bei 60° im Trockenschrank getrocknet, zu Pulver zerrieben und mit alkoholischer Kalilösung sorgfältig imprägniert, hierauf durch drei Stunden im KISSLING'schen Extraktor am Wasserbad mit Äther extrahiert, der Äther abgetrieben und der Rest mit etwa 50 *ccm* einer verdünnten Kalilösung der Destillation im Wasserdampfstrome unterworfen. Es wurden stets 400 *ccm* abdestilliert und von diesen je 100 *ccm* für sich mit $^1/_{10}$ N.-$H_2SO_4$ titriert, wobei ein Tropfen alkoholischer Rosolsäurelösung als Indikator verwendet wurde. KISSLING arbeitete mit einer $H_2SO_4$-Lösung, welche im Liter 6,6912 *g* $SO_3$ enthielt, wovon 1 *ccm* = 0,0271 *g* Nikotin entsprach. Da in unserem Falle die Säure $^1/_{10}$ normal war, entsprach nach einer einfachen Rechnung 1 *ccm* dieser Säure = 0,0162 *g* Nikotin.

1) Zeitschr. für anal. Chemie, Bd. XXI, S. 75.

Die Resultate der quantitativen Untersuchungen sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

| | Trockengewicht der Ausgangssubstanz g | Verbrauchte $^1/_{10}$-Normal-$H_2SO_4$ ccm | Nikotingehalt absolute Menge g | Nikotingehalt in Prozent der Trockensubstanz |
|---|---|---|---|---|
| A. Untersuchungen der Unterlage: | | | | |
| I. *Nicotiana Tabacum paniculatum* auf *Nicotiana affinis* . . . . . . . . . . . . . | 0,678 | 0,7 | 0,01134 | 1,67 |
| II. *Nicotiana Tabacum auriculatum* auf *Nicotiana affinis* . . . . . . . . . . . . . | 0,678 | 0,35 | 0,00567 | 0,84 |
| III. *Nicotiana Tabacum* auf *Nicotiana affinis*; Edelreis im Absterben . . . . . . . . | 1,4562 | 3,2 | 0,05184 | 3,56 |
| IV. *Nicotiana affinis* auf *Nicotiana Tabacum* | 0,9696 | 2,4 | 0,03888 | 4,01 |
| B. Untersuchung des Edelreises: | | | | |
| V. *Nicotiana affinis* auf *Nicotiana Tabacum auriculatum* . . . . . . . . . . . . . | 2,480 | 1,5 | 0,0243 | 0,98 |

Aus dieser Tabelle ergibt sich:

1. In den Blättern von *Nicotiana affinis* lässt sich regelmässig Nikotin nachweisen, sowohl wenn sie auf *Nicotiana Tabacum* gepfropft wird, als auch wenn sie dieser als Unterlage dient.

2. Die unter diesen Umständen in *Nicotiana affinis* auftretende Nikotinmenge ist verhältnismässig bedeutend und übertrifft selbst die unter günstigsten Umständen in den Blättern nicht gepfropfter Exemplare auftretende Quantität beträchtlich, während sie nach Versuch IV zu schliessen den Nikotingehalt von *Nicotiana Tabacum* nicht erreicht[1]).

Eine weitere Frage ist es, ob das Nikotin aus *Nicotiana Tabacum* einfach in den ursprünglich nikotinfreien oder -armen Komponenten übergeht oder ob die Nikotinbildung in diesem auf einem komplizierterem Vorgange beruht. Trifft die erste Eventualität zu, so muss offenbar der Nikotingehalt der *Nicotiana affinis*-Unterlage in einer gewissen Abhängigkeit von der Blattmenge des Edelreises stehen.

Zugunsten dieser Möglichkeit könnte auf den hohen Nikotingehalt der Unterlage in Versuch III hingewiesen werden, der die

1) Der Nikotingehalt von *Nicotiana Tabacum* schwankt bekanntlich innerhalb weiter Grenzen, selbst bei Sorten derselben Provenienz. So ergab z. B. nach KISSLING: Virginia 4,78—4,31 pCt., Havanna 3,03—1,91 pCt., Brasil Felix 2,73 bis 1,25 pCt., Elsässer 1,91—0,92 pCt. — Siehe auch F. KRASSER in WIESNER, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. II. Aufl., Leipzig, ENGELMANN, 1903, Bd. II, S. 613.

Deutung zulässt, dass gerade aus den absterbenden Blättern eine grössere Nikotinmenge in die Unterlage abgeleitet worden sei. Andererseits muss es auffallen, dass der Nikotingehalt in den Blättern von *Nicotiana affinis* stets hinter dem der *Nicotiana Tabacum*-Blätter zurückbleibt.

Um die aufgeworfene Frage zu entscheiden, gingen wir in folgender Weise vor. In einer Anzahl von Exemplaren, welche an der Unterlage noch keine Seitensprosse entwickelt hatten, wurde das Edelreis unterhalb der Pfropfstelle abgeschnitten (9. April) und das Auswachsen von Seitentrieben an der Unterlage abgewartet. Am 15. Mai waren diese hinreichend entwickelt, um ihren Nikotingehalt prüfen zu können. Lag bloss ein Auswandern des Nikotins aus dem Edelreise vor, so mussten die nach dessen Entfernung ausgetriebenen Sprosse nikotinfrei befunden werden oder konnten nur die minimale Menge des Alkaloids aufweisen, welche in dem Stamme der Unterlage angehäuft war. Es wurden die beiden nachstehenden Versuche durchgeführt:

I. *Nicotiana Tabacum* auf *Nicotiana affinis* als Unterlage gepfropft. Die Axillartriebe wurden in der oben beschriebenen Weise behandelt. 6,4000 *g* des Trockengewichtes verbrauchten 1,3 *ccm* $^1/_{10}$ N.-$H_2SO_4$. Das entspricht einer absoluten Nikotinmenge von 0,02106 *g* = 0,33 pCt.

II. *Nicotiana affinis* auf *Nicotiana Tabacum auriculatum* als Unterlage gepfropft. 1,0002 *g* des Trockengewichtes verbrauchten 1,8 *ccm* $^1/_{10}$ N.-$H_2SO_4$, entsprechend einer absoluten Nikotinmenge von 0,02916 *g* = 2,92 pCt.

Aus I ergibt sich, dass in den nach Entfernung des nikotinhaltigen Reises neu an der Unterlage entwickelten Blättern noch eine verhältnismässig beträchtliche Nikotinmenge vorhanden ist. Da kaum anzunehmen ist, dass in dem wenige Zentimeter langen Stummel des *Nicotiana affinis*-Stämmchens eine so reichliche Nikotinmenge angehäuft sein konnte, so liegt die Vermutung nahe, dass die Befähigung der Unterlage zur Nikotinbildung durch die Wirkung des nikotinreichen Edelreises gesteigert wird.

Ob diese vorläufig nur mit aller Reserve geäusserte Vermutung zutreffend ist, sollen weitere Versuche in der kommenden Vegetationsperiode entscheiden. Ebenso wird noch an reichlicherem Materiale zu prüfen sein, ob bei vegetativer Vermehrung der *affinis*-Komponente die gesteigerte Fähigkeit zur Nikotinbildung dauernd erhalten bleibt, in welchem Falle ein Analogon zur infektiösen Panachüre vorliegen würde.

Wien, Pflanzenphysiologisches Institut der k. k. Universität.

## 58. A. Schulz: Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen.

### IX. Arenaria serpyllifolia L. und Moehringia trinervis (L.).

Eingegangen am 20. Juli 1906.

Wie ich dargelegt habe[1]), lassen sich die einheimischen Alsinaceen-Arten nach der Anzahl der von ihren Staubgefässen während des Blühens der Blüte ausgeführten — spontanen — Nutationsbewegungen in zwei Gruppen zusammenfassen. Bei den Arten der ersten Gruppe machen in allen — normalen — Blüten die Staubgefässe während des Blühens der Blüte vier Nutationsbewegungen: zuerst eine epinastische, dann eine hyponastische, darauf eine zweite epinastische und endlich eine zweite hyponastische Bewegung. Bei den Arten der zweiten Gruppe dagegen machen die Staubgefässe nur in einem kleinen Teile der — normalen — Blüten während des Blühens vier, in der Mehrzahl der Blüten aber nur zwei Nutationsbewegungen; jene entsprechen den vier Nutationsbewegungen der Staubgefässe der Arten der ersten Gruppe, diese den beiden ersten dieser Bewegungen.

*Arenaria serpyllifolia* und *Moehringia trinervis* gehören zu der zweiten Gruppe. Die — normalen — Blüten beider Arten haben 3, selten 4 Griffel, 5 episepale und 5 epipetale Staubgefässe sowie 5 Kelchblätter. Während aber die Blüte von *Arenaria serpyllifolia* fast stets 5 — den Kelchblättern in der Länge nachstehende — Kronblätter enthält, enthält eine sehr bedeutende Anzahl der Blüten von *Moehringia trinervis* weniger als 5, ein Teil von diesen sogar gar keine Kronblätter[2]).

### Arenaria serpyllifolia L.

In den Monaten Mai, Juni und Juli öffnet sich bei heiterem, warmem Wetter das Perianth der weitaus meisten derjenigen Blüten,

1) Vgl. diese Berichte, 24. Bd. (1906), S. 303.

2) In den ersten Wochen der vom März bis in den August dauernden Blütezeit haben die meisten Blüten 5 normal ausgebildete — häufig aber nicht ganz gleich grosse —, den Kelchblättern in der Länge nachstehende Kronblätter; doch enthalten auch schon zu dieser Zeit einige Blüten einzelne sehr kleine Kronblätter. Im Verlaufe der Blütezeit nimmt die Anzahl solcher Blüten zu. Bald treten auch Blüten auf, deren Kronblätter sämtlich sehr klein oder sogar teilweise oder sämtlich völlig verschwunden sind. Gegen Ende der Blütezeit, im Juli und August, ist die Anzahl der Blüten ohne normale Kronblätter sehr gross; stellenweise sind in der Umgebung von Halle a. S. zu dieser Zeit fast nur noch solche Blüten vorhanden.

die an dem betreffenden Tage blühen, am Vormittag vor 10 Uhr[1]). Die Perianthblätter bewegen sich schneller oder langsamer soweit nach aussen, bis sie ungefähr senkrecht zur Längsachse der — ihre Öffnung aufwärts richtenden — Blüte stehen. Gleichzeitig mit der Auswärtsbewegung des Perianthes neigen sich die episepalen Staubgefässe meist[2]) ein wenig nach aussen, die epipetalen Staubgefässe aber regelmässig soweit nach aussen, dass sie mit der Blütenlängsachse einen Winkel von 45° oder etwas mehr Graden bilden. Die untereinander gleichlangen, den der episepalen Staubgefässe in der Länge und Dicke recht bedeutend nachstehenden Filamente der epipetalen Staubgefässe der Blüte sind zu dieser Zeit entweder schwach nach aussen konvex gebogen oder wie meist die ebenfalls untereinander gleichlangen Filamente der episepalen Staubgefässe gerade. Die episepalen Staubgefässe, deren Pollensäcke entweder bei Beginn der Perianthöffnung oder kurz zuvor oder kurz nachher aufspringen[3]), verharren nur kurze Zeit in dieser Stellung, dann bewegen sie sich alle 5 gleichzeitig einwärts. Bei dieser Bewegung, und zwar meist schon bevor sich die Staubgefässe in einer zur Blütenebene senkrechten Stellung befinden[4]), berühren drei oder — viel seltener — nur zwei von ihnen, in der Regel mit ihren Antheren, die zu dieser Zeit konzeptionsfähigen Narben[5]) eben so vieler[6]) Griffel[7]) und bestäuben sie[8]). Die — 3, selten 4 — Griffel sind zu dieser Zeit schräg

1) Bei trübem oder regnerischem Wetter öffnet sich das Perianth später, und je geringer die Beleuchtung und je stärker der Regen ist, desto weniger weit. Dennoch füllt sich bei Regen das Innere der Blüte mit Wasser an. Wenn im Verlaufe des Vormittags — des ersten Blühtages — der Regen aufhört und sich heiteres, warmes Wetter einstellt, so öffnet sich das Perianth dieser Blüten oft normal weit; ihr Inneres trocknet gewöhnlich bald und die oben geschilderten Vorgänge spielen sich ab, doch schneller und oft sehr unregelmässig.

2) In einem kleinen Teile der Blüten bewegen sie sich nur soweit, dass sie senkrecht zur Blütenebene stehen.

3) Die Wandungen der Pollensäcke verhalten sich nach dem Aufspringen wie die von *Stellaria pallida*; vgl. diese Berichte, 24. Bd. (1906), S. 249, Anm. 3.

4) Vgl. Anm. 2. In diesem Falle berühren die Antheren die Griffel in der Regel schon vor dem Beginne der hyponastischen Bewegung ihrer Staubgefässe.

5) Die Narben sind den von *Moehringia trinervis* — vgl. S. 378 Anm. 4 — ähnlich, doch trägt der unterste Teil des Griffels keine Papillen.

6) Wenn der Griffel lang, weit tordiert und stark gekrümmt ist, so berührt er hin und wieder zwei Staubgefässe; am häufigsten ist dies bei dem rechten seitlichen Griffel der Fall, der dann — meist mit seinem Ende — das rechte obere seitliche und — mit einer tieferen Partie — das rechte untere seitliche Staubgefäss berührt.

7) Da die Anthere durch Kollabieren des Schaltstückes sehr beweglich geworden ist, so kommt nicht selten, während sich das betreffende Staubgefäss an einem Griffel vorbei bewegt, ihre ganze pollenbedeckte Oberfläche mit dessen Narbe, an die sie sich anlegt, in Berührung und gibt fast ihren gesamten Pollen an diese ab.

8) Zu dieser Zeit haftet noch viel Pollen an der Oberfläche der Anthere.

nach aussen geneigt. Der untere Teil des Griffels ist gerade oder ganz schwach nach innen konvex gekrümmt; der obere, bedeutend längere Teil des Griffels ist so gekrümmt und — nach links — tordiert, dass er seine Konvexität unten nach rechts[1]) und ein wenig nach dem Blütengrunde hin, oben aber mehr oder weniger nach der Blütenperipherie hin wendet und sein oberes Ende schräg, selten fast gerade aufwärts richtet[2]). Die episepalen Staubgefässe pflegen schon nach kurzer Zeit von den Griffeln abzugleiten[3]) und sich darauf soweit nach innen zu bewegen, dass sich ihre oberen Enden kreuzen[4])[5]. Schon zu der Zeit, wenn sich die episepalen Staubgefässe soweit einwärts bewegt haben, dass sich ihre Antheren berühren[6]), haftet an diesen letzteren meist sehr wenig oder gar kein Pollen mehr; vielfach fallen die Antheren bald darauf von den Filamenten ab.

Früher oder später während der hyponastischen Bewegung der episepalen Staubgefässe beginnen die epipetalen Staubgefässe, und zwar auch alle 5 gleichzeitig, sich ebenfalls einwärts zu bewegen. Die Pollensäcke ihrer Antheren[7]) sind in der Regel schon einige Zeit vorher aufgesprungen, nachdem ihre Filamente, meist genau um 90°, nach links tordiert haben[8]). Bei dieser hyponastischen Bewegung, welche langsamer als die der episepalen Staubgefässe verläuft, kommen sehr häufig einige der Antheren mit den oberen

---

1) Von der Blütenmitte aus gesehen.

2) Infolge ihrer Neigung, Krümmung und Torsion erhalten die beiden unteren, den unteren seitlichen epipetalen Staubgefässen opponierten Griffel eine solche Stellung, dass sie — entweder an dem ringsherum mit Papillen besetzten Ende oder, seltener, etwas tiefer an dem jetzt seiner ganzen Länge nach an der rechten Seitenflanke liegenden Papillenstreif der ursprünglichen Innenseite —, und zwar je nach ihrer Länge, Neigung und Krümmung entweder von dem linken unteren seitlichen und dem rechten oberen seitlichen oder — seltener — von den beiden unteren seitlichen — episepalen — Staubgefässen berührt werden. Der dritte, dem oberen — unpaaren — episepalen Staubgefässe opponierte Griffel berührt regelmässig dieses Staubgefäss.

3) In manchen Fällen gleitet jedoch das Staubgefäss nicht von dem Griffel ab, der infolge davon durch das kräftig einwärts drängende Staubgefäss gehindert wird, sich in normaler Weise weiter zu neigen und zu krümmen.

4) Ihre Filamente sind zu dieser Zeit im unteren Teile entsprechend der Oberfläche des stumpf-konischen Fruchtknotens, der sie anliegen, gekrümmt, im oberen Teile gerade oder schwach nach aussen konvex gekrümmt.

5) Falls die Staubgefässe lang sind, so berühren sie zu dieser Zeit hin und wieder einen der gegenüber stehenden Griffel.

6) In vielen derjenigen Blüten, welche sich vor 8 Uhr geöffnet haben, findet diese Berührung schon zwischen 9 und 10 Uhr statt.

7) Diese sind etwas kleiner als die episepalen Antheren.

8) Die episepalen Staubgefässe tordieren bei normaler Witterung nicht oder nur unbedeutend.

Enden einiger Griffel in Berührung[1]). Die Berührung findet manchmal bereits, wenn die Staubgefässe noch ein wenig nach aussen geneigt sind, meist jedoch erst, wenn sie senkrecht zur Blütenebene stehen[2]) oder etwas einwärts geneigt sind, statt. Die Berührung wird dadurch ermöglicht, dass die Griffel seit ihrer Berührung durch die episepalen Staubgefässe sich mehr oder weniger verlängert, sich stärker nach aussen geneigt[3]), etwas weiter tordiert und sich im oberen Teile mehr gekrümmt haben, wodurch ihr oberer Teil sehr häufig eine solche Stellung erhält, dass er von der Anthere eines sich einwärts bewegenden epipetalen Staubgefässes berührt werden muss. Fast ebenso häufig haben sich die Griffel jedoch so stark geneigt, dass ihre oberen Enden tiefer stehen als die Antheren. In diesem Falle kommen die Enden natürlich mit keiner — epipetalen — Anthere in Berührung[4])[5]). Aber auch in dem Falle, dass eine Narbe durch eine — epipetale — Anthere berührt wird, erfolgt durchaus nicht immer eine Bestäubung jener, da bei normaler Witterung zu dieser Zeit häufig kein Pollen mehr an den Antheren haftet. Es ist aber selbst das Ausbleiben der Bestäubung aller Narben der Blüte — durch epipetale Antheren — ohne Bedeutung für die Blüte, da die Narben bereits von den sie regelmässig berührenden episepalen Antheren eine für die Befruchtung der Eizellen der meist 20 bis 25 Samenanlagen des Fruchtknotens mehr als ausreichende Pollenmenge empfangen haben[6]).

1) Es berührt der obere Griffel meist die Anthere des linken oberen seitlichen Staubgefässes, der rechte untere Griffel meist die des rechten unteren seitlichen Staubgefässes, der linke untere Griffel meist die des unpaaren, unteren oder die des linken unteren seitlichen Staubgefässes, hin und wieder aber gleichzeitig die Antheren der beiden zuletzt bezeichneten Staubgefässe.

2) Zu dieser Zeit sind ihre Filamente schwach konvex nach aussen gekrümmt und stehen ihre Antheren etwas tiefer als die der sich über der Blütenmitte berührenden episepalen Staubgefässe.

3) Vgl. hierzu S. 374, Anm. 3.

4) Auch in dem Falle berühren die Griffel häufig die epipetalen Staubgefässe nicht, dass sie durch von ihnen nicht abgeglittene, sich einwärts bewegende episepale Staubgefässe nach innen gedrängt werden und hierdurch so stark verbogen sind, dass ihre oberen Enden vor den Zwischenraum zwischen zwei epipetalen Staubgefässen zu stehen kommen. Hin und wieder findet deshalb keine Berührung statt, weil der Griffel sich nur wenig geneigt hat und sein oberer Teil steil aufsteigt. In allen diesen Fällen findet jedoch nicht selten eine Berührung des unteren, papillenfreien oder nur mit wenigen Papillen besetzten Teiles des Griffels durch die oberen Enden der epipetalen Staubgefässe zu der Zeit statt, wenn diese ihre hyponastische Endlage erreichen. Dann haftet jedoch meist kein Pollen mehr an ihren Antheren, falls diese noch nicht abgefallen sind.

5) Hin und wieder werden später, wenn sich das Perianth zusammenzieht, die Griffel soweit aufgerichtet, dass ihre Enden die Enden der epipetalen Staubgefässe berühren.

6) Nur recht selten werden die Narben durch Insekten bestäubt, da die recht

Meist schon bevor sich die epipetalen Staubgefässe bis in eine völlig senkrechte Stellung aufgerichtet haben, beginnen die Perianthblätter sich einwärts zu bewegen. An heiteren, heissen Tagen schreitet ihre Bewegung schnell fort; an solchen Tagen befindet sich häufig schon um 12 Uhr in recht vielen, um 1 Uhr fast in allen Morgenblüten[1]) der betreffenden Stelle der Kelch in derselben Stellung wie am Tage vor dem Blühbeginne[2]). Nicht selten bewegt sich das Perianth schneller einwärts als die epipetalen Staubgefässe; infolge davon werden diese durch jenes einwärts gedrängt[3]). Zuletzt sind die epipetalen Staubgefässe soweit einwärts geneigt, wie es das Gynäceum und die episepalen Staubgefässe gestatten.

Das Perianth der Morgenblüten heiterer, warmer Tage öffnet sich nicht wieder; nur das Perianth einzelner von den an solchen Tagen in den späteren Vormittagsstunden aufblühenden — wenigen — Blüten öffnet sich am folgenden Tage noch einmal. Dagegen öffnet sich das Perianth eines Teiles der Morgenblüten[4]) trüber, vorzüglich regnerischer Tage am folgenden Tage noch einmal. In den sich zum zweiten Male öffnenden Blüten bewegen sich die 10 Staubgefässe, die meist schon teilweise oder sämtlich ihre Antheren verloren haben, gleichzeitig mit den Perianthblättern nach aussen, und zwar häufig soweit, dass sie mit der Blütenlängsachse einen Winkel von ungefähr 60° bilden[5]). Während und nach dieser Bewegung krümmen sich in der Regel die episepalen Staubgefässe im unteren Teile mehr oder weniger stark nach innen, die — den episepalen Staubgefässen auch jetzt noch in der Länge nachstehenden — epipetalen Staubgefässe schwach nach aussen konvex[6]). Die Griffel verlängern sich nach der Perianthöffnung noch recht bedeutend und neigen sich noch etwas weiter nach aussen; ihre Enden krümmen

unscheinbaren — die Kronblätter sind weiss gefärbt — und duftlosen Blüten, die bei günstiger Witterung allerdings verhältnismässig viel Honig absondern, nur von recht wenigen — kleinen — Insekten besucht werden.

1) An solchen Tagen gibt es fast nur Morgenblüten, d. h. Blüten, deren Perianth sich vor 10 Uhr geöffnet hat.

2) An etwas beschatteten Stellen — im stärkeren Schatten wächst diese Art nicht — bleibt das Perianth etwas länger geöffnet. An weniger heissen Tagen schliesst sich an unbeschatteten Stellen das Perianth der meisten Blüten in der Regel erst zwischen 2 und $2^1/_2$ Uhr.

3) Noch am Nachmittage bewegen sich häufig nach Abtragung des Kelches die epipetalen Staubgefässe bis in eine ungefähr aufrechte Stellung und die Kronblätter bis in eine zur Längsachse der Blüte senkrechte Stellung zurück. Die episepalen Staubgefässe neigen sich zu dieser Zeit nach Abtragung des Fruchtknotens weit nach der gegenüberliegenden Seite hinüber.

4) Und ebenso das später aufblühender Blüten.

5) Kelch und Krone bewegen sich vielfach nicht soweit wie am ersten Tage.

6) Hin und wieder bleiben sie jedoch ganz gerade.

sich, bis zu einer Windung, steil aufwärts spiralig[1]). Nach einiger Zeit bewegen sich die Staubgefässe wieder einwärts. Das Perianth pflegt sich früher zu schliessen als das derjenigen Blüten derselben Örtlichkeit, deren Perianth sich an dem Morgen des betreffenden Tages zum ersten und einzigen Male geöffnet hat[2]).

## Moehringia trinervis (L.).

In den Monaten Mai und Juni öffnet sich das Perianth der meisten Blüten am Vormittag. Wie bei *Arenaria serpyllifolia* bewegen sich die — zu dieser Zeit meist geraden — Staubgefässe zusammen mit dem Perianthe, welches sich nicht soweit ausbreitet wie das dieser Art, nach aussen, und zwar die epipetalen Staubgefässe soweit, dass sie mit der Blütenlängsachse einen Winkel von 45° bilden, die episepalen Staubgefässe nur ungefähr halb soweit[3]). Nach einiger Zeit beginnen die episepalen Staubgefässe, deren Pollensäcke bald nach Beginn der Perianthöffnung aufzuspringen pflegen, sich nach innen zu bewegen; die Bewegung schreitet soweit fort, bis die unteren Teile der Filamente an der Oberfläche des ungefähr kugeligen Fruchtknotens — entsprechend gekrümmt — anliegen, die oberen, längeren — geraden oder schwach nach aussen konvexen — Teile sich mehr oder weniger weit kreuzen. Einige Zeit nach den epi-

1) Der Griffel beginnt seine Spiralkrümmung schon am Nachmittag des ersten Blühtages.

2) Im Herbste — in der zweiten Hälfte des September und im Oktober — verhalten sich die Blüten wesentlich anders als in den obengenannten Monaten. Sowohl bei heiterem, warmem, als auch bei trübem, nebeligem, regnerischem oder kühlem Wetter bleibt das Perianth der meisten Blüten zwei oder sogar drei Tage und die dazwischen liegenden Nächte ununterbrochen — recht weit — geöffnet. In den Morgenblüten befinden sich am ersten Tage bei Sonnenuntergang die Staubgefässe und Griffel entweder ungefähr in dem Zustande, in dem sie sich in den Morgenblüten heiterer, warmer Frühlings- und Sommertage zur Zeit der Schliessbewegung des Perianthes befinden, oder es haben sich die Staubgefässe noch nicht so weit nach innen geneigt. Staubgefässe und Griffel berühren sich in derselben Weise wie in den Blüten der Frühlings- und Sommermonate. Am nächsten Vormittag bewegen sich die Staubgefässe, häufig sehr langsam, mehr oder weniger weit nach aussen. Bei dieser Bewegung krümmen sich die Filamente der episepalen Staubgefässe meist, oft sehr bedeutend, nach innen konvex, die der epipetalen Staubgefässe hin und wieder — schwach — nach aussen konvex; häufiger bleiben letztere jedoch gerade. Im Verlaufe dieses Tages oder erst am dritten Tage machen die Staubgefässe ihre zweite hyponastische Bewegung. Während oder nach dieser schliesst sich das Perianth dauernd.

3) Die untereinander meist gleichlangen Filamente der episepalen Staubgefässe der Blüte sind bedeutend länger und dicker als die ebenfalls meist gleichlangen Filamente der epipetalen Staubgefässe. Auch die epipetalen Antheren sind kleiner als die episepalen Antheren; häufig sind die 5 epipetalen Antheren der Blüte ungleich gross.

sepalen Staubgefässen beginnen auch die epipetalen Staubgefässe[1]), deren Filamente vorher meist ungefähr um 90° — nach links — tordiert haben[2]), sich einwärts zu bewegen; ihre Pollensäcke haben sich meist schon vor Beginn der Bewegung geöffnet[3]). Ihre Bewegung schreitet soweit fort, wie der ungefähr kugelige Fruchtknoten es gestattet. Da dieser meist recht gross ist, die epipetalen Staubgefässe in der Regel aber sehr kurz sind, so können sich diese sehr häufig nicht soweit nähern, dass sich ihre Antheren berühren. Die Filamente sind zuletzt entsprechend der Oberfläche des Fruchtknotens, der sie anliegen, nach aussen konvex gekrümmt. Während der hyponastischen Bewegung der Staubgefässe kommen fast stets die Antheren von 1 oder 2 oder — seltener — von 3 episepalen Staubgefässen, und meist auch die Antheren von 1 oder 2, selten von 3 epipetalen Staubgefässen mit den — zu dieser Zeit konzeptionsfähigen — Narben einer entsprechenden Anzahl Griffel in Berührung[4]). Die — 3, selten 4 — Griffel sind in sehr vielen, strichweise fast in allen Blüten bei Beginn der Auswärtsbewegung der Perianthblätter kurz und wenig entwickelt. Sie stehen entweder senkrecht zur Blütenebene oder — häufiger — ein wenig nach aussen geneigt; sie sind entweder ganz gerade, oder es ist ihr oberes Ende bogig oder hakig so weit nach aussen hinabgekrümmt, dass es ungefähr parallel zur Blütenebene steht. Ihre Spitzen liegen entweder in der Höhe der episepalen Antheren oder — oft recht bedeutend — tiefer, viel seltener ein wenig höher als diese. Die Griffel entwickeln sich nun langsamer oder schneller weiter. Der Griffel neigt sich mehr oder weniger weit nach aussen, tordiert nach links bis um 90° und sein — in der Länge wechselnder — oberer Teil krümmt sich entweder bogig oder hakig, und zwar in der Weise, dass sein Ende entweder schräg nach der linken Seite oder direkt — ungefähr parallel zu dem den oberen in der Länge übertreffenden, wenig gebogenen, unteren Teile des Griffels[5]) — abwärts gerichtet ist. In den übrigen Blüten sind die Griffel bei Beginn der Perianthöffnung schon mehr oder weniger weit entwickelt. Wenn die Entwicklung des Griffels nach der Perianthöffnung schnelle Fortschritte macht, oder wenn der

1) Manchmal erst, wenn sich die episepalen Antheren bereits berühren.

2) Die episepalen Staubgefässe tordieren nicht oder nur wenig.

3) Hin und wieder jedoch verspätet sich das Aufspringen der Pollensäcke eines Teiles der Antheren oder sämtlicher Antheren der Blüte mehr oder weniger. Hin und wieder bleiben einige — äusserlich ganz normale — Antheren dauernd geschlossen.

4) Der Griffel trägt von der Basis ab Narbenpapillen. Diese stehen unten nur an der Innenseite, treten weiterhin auch auf die Seitenflanken über und bedecken das Griffelende rings herum. Die Papillen nehmen nach der Griffelspitze hin an Länge zu.

5) Häufig tordieren und krümmen sich nicht alle Griffel der Blüte gleich.

Griffel schon bei Beginn der Perianthöffnung weit entwickelt ist, so berührt sein oberer Teil, und zwar entweder mit seinem rings herum mit Papillen besetzten Ende oder mit einer papillenbesetzten Seitenflanke etwas unterhalb des Endes, die Anthere des entsprechenden — episepalen — Staubgefässes[1]) in der Regel schon, wenn dieses ungefähr senkrecht zur Blütenebene steht oder sogar noch ein wenig nach aussen geneigt ist. Falls die Entwicklung des Griffels aber langsamer verläuft, so findet die Berührung in der Regel erst statt, wenn sich die episepalen Staubgefässe einwärts neigen, und zwar vielfach, vorzüglich wenn die Griffel sehr kurz sind und sich wenig krümmen, erst dann, wenn sich ihre oberen Enden bereits kreuzen[2])[3]). Zu dieser Zeit pflegt kein Pollen mehr an den Antheren zu haften, so dass keine Bestäubung der Narben, die sonst bei der Berührung durch episepale Antheren regelmässig stattfindet, erfolgt. Im weiteren Verlaufe ihrer Entwicklung neigen sich die Griffel, wenn sie nicht durch anliegende episepale Staubgefässe daran gehindert werden[4]), sehr häufig so weit nach aussen, dass ihre oberen Enden in gleicher Höhe mit den Antheren der, wie schon gesagt wurde, recht kurzen epipetalen Staubgefässe stehen[5]). Gleichzeitig krümmen sie sich[6]) meist in der Weise, dass einer oder zwei von ihnen, selten sie alle drei — häufig allerdings nur mit ihren unteren Teilen — eine entsprechende Anzahl dieser Antheren berühren[7]). Die epipetalen Staubgefässe sind zur Zeit der Berührung entweder noch ein wenig auswärts geneigt oder stehen schon aufrecht oder haben sich sogar

---

1) Entweder die Anthere des oberen und die Antheren der beiden unteren seitlichen Staubgefässe oder — seltener — die Anthere des oberen sowie die des rechten oberen seitlichen und die des linken unteren seitlichen Staubgefässes oder die Antheren der beiden letzteren Staubgefässe und die Anthere des linken oberen seitlichen Staubgefässes.

2) In der Regel berühren in diesem Falle die Anthere nur die unteren, nur spärlich mit Papillen besetzten Teile der Griffel.

3) Vielfach findet aber auch am Schlusse der Bewegung keine Berührung der Griffel — vorzüglich wenn diese sehr kurz sind — durch die Antheren statt. Auch solche Griffel, welche bei Beginn der Perianthöffnung schon weit entwickelt sind, kommen hin und wieder erst sehr spät — und häufig nur mit dem unteren, spärlich mit Papillen besetzten Teile — oder gar nicht mit den episepalen Staubgefässen — oder wenigstens nicht mit deren Antheren — in Berührung, vorzüglich wenn sie sich sehr stark geneigt oder gekrümmt haben. Manchmal sind sie schon bei Beginn der Perianthöffnung so stark geneigt oder so gebogen, dass ihre Enden tiefer als die Antheren stehen.

4) Vgl. S. 375, Anm. 4.

5) Häufig neigen sie sich aber viel mehr.

6) Falls sie nicht durch anliegende episepale Staubgefässe daran gehindert werden.

7) In der Regel mit den Antheren der beiden unteren seitlichen Staubgefässe und der Anthere des linken oberen seitlichen Staubgefässes.

schon mehr oder weniger weit einwärts geneigt[1]). In recht vielen Fällen haftet zur Zeit der Berührung noch Pollen an den Antheren, so dass eine Bestäubung der Narben stattfinden kann[2]). Zur Zeit der Berührung der Narben durch die episepalen Antheren haftet stets noch reichlich Pollen an den Antheren.

Entsprechend dem Grade der Beleuchtung der Blüte verläuft die vorstehend geschilderte Entwicklung ihrer Teile schneller oder langsamer. Bei heiterer, warmer Witterung haben in den Morgenblüten der Individuen lichter Wälder und Gebüsche[3]) am Spätnachmittage die Staubgefässe sämtlich ihre — erste — hyponastische Bewegung beendet. In den meisten dieser Blüten machen die Staubgefässe keine weiteren selbständigen Bewegungen. Sie werden aber in der Regel sehr bald durch den sich schnell vergrössernden Fruchtknoten etwas nach aussen gedrängt. Hierbei verwelken sie und dann vertrocknen sie samt den Griffeln, die sich an diesem Tage noch etwas verlängert und stärker gekrümmt und dabei wieder mehr oder weniger weit einwärts bewegt haben. In den übrigen — wenigen — von diesen Blüten machen die Staubgefässe am nächsten Morgen[4]) eine zweite epinastische Bewegung, durch welche sie meist in eine mehr oder weniger stark nach aussen geneigte Stellung gelangen[5]). Nach einiger Zeit bewegen sich die Staubgefässe, oft sehr ungleichmässig, wieder einwärts. Die Griffel wachsen während dieser Bewegung weiter. Sie

---

1) Eine späte Berührung findet vielfach auch in dem Falle statt, dass der Griffel durch ein fest anliegendes episepales Staubgefäss nach innen gedrängt wird.

2) Während es bei *Arenaria serpyllifolia* ganz gleichgültig ist, ob die Narben durch epipetale Antheren bestäubt werden, da stets schon eine ausreichende Bestäubung derselben durch episepale Antheren stattgefunden hat, ist es bei *Moehringia trinervis* nicht so gleichgültig, ob eine Bestäubung durch epipetale Antheren stattfindet oder nicht, da bei ihr meist nicht alle drei Griffel, nicht selten sogar nur einer, ja selbst gar keiner der Griffel mit episepalen Antheren in Berührung kommen und durch diese bestäubt werden. Es reicht bei *Moehringia trinervis* allerdings eine geringere Anzahl Pollenkörner zur Befruchtung der Eizellen sämtlicher Samenanlagen des Fruchtknotens aus als bei *Arenaria serpyllifolia*, da die Anzahl der Samenanlagen jener Art nur ungefähr halb so gross ist als die dieser Art, nämlich 10—12 bei jener, gegen 20—25 bei dieser.

Bestäubung der Narben durch Insekten findet bei *Moehringia trinervis* noch seltener statt als bei *Arenaria serpyllifolia*, da die unscheinbaren — die Kronblätter sind ebenfalls weiss —, duftlosen, aber ebenfalls honigabsondernden Blüten noch spärlicher von Insekten besucht werden als die von *Arenaria*.

3) Ich konnte leider nur in Gebüschen und Wäldern wachsende Individuen untersuchen.

4) Das Perianth der Blüten von *Moehringia trinervis* schliesst sich weder bei Nacht, noch bei trübem Wetter, und ist auch im dichtesten Schatten während der ganzen Dauer des Blühens geöffnet. Auch am Schlusse des Blühens zieht sich der Kelch nur so weit zusammen, dass er ungefähr eine zylindrische Gestalt erhält.

5) In manchen Blüten neigen sie sich allerdings nur wenig nach aussen oder gehen sie sogar über eine zur Blütenebene senkrechte Stellung nicht hinaus.

neigen sich mehr als vorher, ihr oberer Teil krümmt sich stärker — er macht nicht selten eine bis anderthalb schräg aufsteigende Spiralwindungen — und auch ihr unterer Teil krümmt sich in der Regel mehr oder weniger stark konvex nach innen. Sie werden von den sich einwärts bewegenden Staubgefässen in sehr verschiedener Weise berührt. Mit dieser Berührung ist aber wohl nur selten eine Bestäubung ihrer Narben verbunden, da entweder die Antheren schon von den Filamenten abgefallen sind, oder, falls sie noch an den Filamenten sitzen, doch an ihnen in der Regel kein Pollen mehr haftet. Hierauf verhalten sich diese Blüten wie sich die vorhin geschilderten am zweiten Tage verhalten.

An stärker beschatteten Stellen dagegen beenden in den Morgenblüten die Staubgefässe ihre erste hyponastische Bewegung vielfach erst am Vormittag des nächsten Tages. In einem Teile dieser Blüten führen die Staubgefässe eine zweite epinastische und hyponastische Bewegung aus.

In denjenigen Blüten, deren Perianth sich erst in den späteren Vormittagsstunden oder am Nachmittag öffnet, verschieben sich die einzelnen Phasen der Entwicklung des Andröceums und Gynäceums in entsprechender Weise.

---

## 59. C. Wehmer: Die Bildung freier Oxalsäure durch Aspergillus niger.

Mit Tafel XVII.

Eingegangen am 20. Juli 1906.

Nachdem ich bei früheren Studien[1]) über die Oxalsäurebildung durch *Aspergillus niger* stets reichliche Abspaltung freier Säure konstatiert hatte, wollten die einige Jahre später[2]) angestellten Versuche nicht gelingen, die Versuchskolben wiesen nur undeutliche Säurebildung auf. Die ersten Versuche waren in Leipzig, die späteren in Hannover angestellt; der verschiedene Ausfall hat vermutlich seinen Grund in irgend einer ungleichen Beschaffenheit der verwendeten chemischen Präparate. Anscheinend unbedeutende Änderungen in der Nährlösungszusammensetzung beeinflussen das Säuerungsvermögen dieses Pilzes bekanntlich schon erheblich.

1) Bildung der Oxalsäure im Stoffwechsel einiger Pilze. Bot. Zeitung 1891, Nr. 15 ff.

2) Zur Oxalsäuregärung durch *Aspergillus niger*. Centralbl. für Bakter. II, 1897, Bd. III, S. 102.

Neuerdings habe ich diese Versuche zwecks Aufklärung wieder aufgenommen und nunmehr auch ganz wieder die zuerst erhaltenen Resultate erzielt. Der Pilz säuerte sehr lebhaft, Congopapier wurde schon nach wenigen Tagen von der Kulturflüssigkeit tief blau gefärbt und zugesetztes Calciumkarbonat unter Aufbrausen zersetzt.

Es wurde die gleiche mineralische Nährlösung wie früher benutzt, also:

| | |
|---|---|
| Ammoniumnitrat . . . . . . . . . . | 1 Teil |
| Kaliumphosphat ($KH_2PO_4$) . . . . . | 0,5 Teile |
| Magnesiumsulfat, krist. . . . . . . . | 0,25 „ |

In den weiteren Versuchen mit Kreidezusatz wurden ausserdem 5 pCt. chemisch reines Calciumkarbonat (kristallinisch) verwendet. Möglicherweise liegt in der unreinen Kreide der früheren Versuche der Grund des Misserfolges (grösserer Eisengehalt?). Im Übrigen gilt auch hier Zimmertemperatur (± 18°) und 0,5—1 pCt. des Nährsalzgemisches bei 10—15 pCt. Dextrose. Impfung nach vorhergehender Sterilisation im Dampfzylinder.

Nach Ausbildung der Decke erscheinen zunächst feine glänzende Kriställchen an den in der Flüssigkeit flottierenden Hyphen der Deckenunterseite; ihre Zahl vermehrt sich rasch und schliesslich sind sie in solcher Grösse vorhanden, dass man sie unschwer mit blossem Auge wahrnimmt, in der an das Licht gehaltenen Kultur im ERLENMEYER-Kolben glitzern sie lebhaft. Nicht selten erreichen sie eine Grösse von $^1/_2$ *mm* (400—500 $\mu$ Länge). Die Unterseite der Pilzdecke ist schliesslich dicht mit diesen oft schön ausgebildeten Kriställchen verschiedener Grösse bedeckt; in mikroskopischen Präparaten sieht man einzelne Hyphen allseitig ganz von ihnen eingehüllt, man hat ein Wirrnis von Kristallen vor sich, die bei ihren Dimensionen die zarten Hyphen nahezu verdecken.

Weiterhin erscheinen dann Calciumoxalatkristalle auch auf dem Kreidebodensatz des Kolbens, seine oberflächlichen Schichten wandeln sich in Oxalat um, und hier hat man schliesslich auch die Hauptmenge desselben; der an der Decke haftende Anteil ist der kleinere, nicht selten sinken von ihm noch grössere Kristalle einzeln oder mit den sie tragenden Hyphen zu Boden.

Die Form dieser Oxalatbildungen (s. Abbildung) ist weder das sogenannte Oktaëder (tetragonale Doppelpyramide), noch die Drusen- oder Nadelform; es sind mehr oder minder gut ausgebildete Einzelkristalle und Zwillinge, anscheinend dem monoklinen System angehörend[1]). Monokline neben quadratischen Formen sind bei

1) Eine einwandfreie Bestimmung des Kristallsystems soll noch vorgenommen werden.

Phanerogamen bekanntlich sehr verbreitet, bei Pilzen scheint bislang die quadratische Form vorwiegend beobachtet worden zu sein, so in den Sklerotien von *Penicillium* (BREFELD), auf Gelatineplatten, in Decken und Kulturflüssigkeiten verschiedener Arten, in Hefekulturen, speziell auch bei Bakterien auf Gelatineplatten, insbesondere von Essigbakterien (ZOPF, SLATER, BANNING); sicher tritt das Oxalat hier auch in anderer Gestalt auf, wenn auch die bisherigen Angaben über Vorkommen in — vielleicht monokliner — Nadelform nicht gerade notwendig auf Kalkoxalat zu beziehen sind[1]).

Es ist nicht ohne Interesse, zu sehen, dass die Kristallgrösse in den Kulturen bis $^1/_2$ *mm* erreichen kann; die monokline Form steht vielleicht u. a. in Verbindung mit der Art der Entstehung aus freier Oxalsäure und einem unlöslichen Kalksalze. Allerdings sind schon so manche Versuche zur Bestimmung des Einflusses der Bildungsbedingungen auf die resultierende Form des Calciumoxalats gemacht (KNY u. a.), dass man sich da nur reserviert äussern kann. Jedenfalls entsteht hier aber die Säure in freiem Zustande und nicht in Salzform, so dass doppelte Umsetzung von Oxalaten mit Kalksalzen nicht in Frage kommt.

Diesen gleichen Prozess haben wir meines Erachtens vielfach bei Phanerogamen vor uns, so beim Oxalatauftreten in Begleitung sklerotischer Prozesse, in Flechten und am auffälligsten im Gewebe mancher Cacteen, wo überall zweifelsohne freie Oxalsäure das mit dem Bodenwasser zugeführte Calciumkarbonat zersetzt[2]) und das Oxalat sich jedenfalls oft in grossen, deutlich monoklinen Einzelkristallen oder Kristallaggregaten abscheidet.

Auch das gelegentlich beobachtete Mineral Whewellit[3]) ist monoklines Calciumoxalat ($CaC_2O_4 + H_2O$) in riesigen Kristallen, es verdankt vielleicht gleichfalls freier Oxalsäure seinen Ursprung. Dass solche stets monokline Formen ergeben muss, ist damit selbstverständlich nicht gesagt, auch andere Faktoren spielen dabei eine Rolle, vielleicht sind diese sogar wichtiger als gerade die freie Oxalsäure; zur Erzielung grosser Kristalle ist ruhige ungestörte Entwick-

1) So die Angaben von DE BARY über Sphärokristalle in den Hyphen von *Phallus caninus* und Kristallnadeln bei *Agaricus campestris* (vgl. Morphologie der Pilze 1884, S. 12); der Entscheid, ob da Oxalat oder beispielsweise Calciumcitrat vorliegt, ist nicht leicht. Sphärokristalle und Rhaphiden bei Phanerogamen z. B. halte ich nicht gerade für Oxalat, sondern für Citrat, wie ich das auch schon früher angedeutet (diese Berichte 1893, Bd. XI, S. 338). Im allgemeinen ist die Literatur da zu wenig kritisch, und man kann hierin CZAPEK (Biochemie der Pflanzen, Bd. II, 1905, S. 420) nur beistimmen.

2) Auch die lokalisierten Oxalatanhäufungen in Knospen und Trieben, wie ich sie seinerzeit z. B. für *Crataegus Oxycantha* beschrieb (diese Berichte 1889, Bd. VII, S. 216), darf man wohl in dieser Weise erklären.

3) Nach ZIRKEL, Mineralogie. 3. Aufl., 1898, S. 767 und 781.

lung natürlich das erste Erfordernis. Bei überschüssiger Oxalsäure lässt übrigens auch schon HAUSHOFER[1]) das Salz monoklin kristallisieren.

**Erklärung der Abbildungen.**

Calciumoxalatkristalle von der Deckenunterseite einer Kultur des *Aspergillus niger* auf Zuckerlösung (Dextrose) in ERLENMEYER-Kolben bei Kreidezusatz. Präparat in Glyzerin-Essigsäure; zwischen den Kristallen ein Konidienträger. Vergrösserung etwa 100.

## 60. M. Tswett: Adsorptionsanalyse und chromatographische Methode. Anwendung auf die Chemie des Chlorophylls.

Mit Tafel XVIII.

Eingegangen am 21. Juli 1906.

In dem vorigen Heft dieser Berichte habe ich die merkwürdigen Adsorptionen, welche die Chlorophyllfarbstoffe aus ihren Petrolätheroder Schwefelkohlenstofflösungen durch feste Körper erfahren, bekannt gemacht. Es wurde dort gezeigt, wie man durch fraktionierte Adsorption wichtige Trennungen, z. B. die quantitative Scheidung des Karotins, erreichen kann. Weitere Anwendungen der Methode werden in späteren Arbeiten veröffentlicht werden. Hier soll aber näher eine zweite, prägnantere Form der Adsorptionsanalyse auseinandergesetzt werden, welche ich als die chromatographische Methode bezeichnet habe. Anhangsweise werde ich auch die Kapillaranalyse besprechen und dieselbe, ihrem Wesen und ihrer Leistungsfähigkeit nach, mit der neuen Methode vergleichen.

Prinzipien. Viele Farbstoffe (und selbstverständlich auch farblose Verbindungen), welche in Petroläther, Benzol, Xylol, Tetrachlorkohlenstoff, Schwefelkohlenstoff löslich sind, werden aus den entsprechenden Lösungen durch pulverförmige Körper physikalisch niedergeschlagen, indem eine Menge des gelösten Körpers an der Oberfläche der festen Partikelchen adsorbiert, d. h. kondensiert wird. Die Verteilung des Stoffes zwischen dem Lösungsmittel und dem „Adsorbator" gehorcht nicht dem HENRY'schen Gesetz, wie auch sonst für viele Adsorptionen bekannt (vgl. z. B. VAN BEMMELEN), und der Verteilungskoeffizient ist von der Konzentration abhängig. Für einige

1) Mikroskopische Reaktionen, Braunschweig, 1885, S. 36.

gelöste Stoffe und Lösungsmittel wird dieser Koeffizient unendlich klein und der gelöste Stoff wird dann vollständig niedergerissen und kann durch das reine Lösungsmittel nicht ausgewaschen werden. Es bilden sich wahre undissoziierbare Adsorptionsverbindungen. Ausser dieser festgehaltenen Menge des gelösten Stoffes kann der Adsorbator davon noch weitere Quantitäten kondensieren, wobei vielleicht das HENRY'sche Gesetz zur Geltung kommt. Das überschüssige „Adsorbat" lässt sich aber mittels des reinen Lösungsmittels vollständig entfernen. Aus ihren Adsorptionsverbindungen lassen sich die Stoffe durch Alkohol, Äther, Aceton, Chloroform oder durch Zusetzen dieser Flüssigkeiten zu den vorerst erwähnten Lösungsmitteln befreien. Ein Adsorbator, welcher mit einem Körper gesättigt ist, vermag noch von einem zweiten eine kleine Menge aufzunehmen, wobei Substitutionen auftreten können. Ein Körper B kann durch einen Körper A, nicht aber umgekehrt aus seiner gesättigten Adsorptionsverbindung herausgelöst werden. Es gibt eine Adsorptionsreihe, nach welcher sich die Körper substituieren lassen, welche aber von dem Lösungsmittel abhängig ist.

Aus dem Vorhergesagten folgt: Wird eine gemischte Lösung (z. B. eine Chlorophylllösung in $CS_2$) durch eine Säule eines Adsorbators filtriert, so werden die Farbstoffe adsorptionsweise niedergeschlagen, verjagen sich aber gegenseitig und ordnen sich der Adsorptionsreihe gemäss in der Richtung des Stromes. Stoffe, welche mit dem angewandten Adsorptionsmittel keine undissoziierbaren Adsorptionsverbindungen eingehen, wandern mehr oder weniger schnell durch die Säule ab. Nachträgliche Filtrierung des reinen Lösungsmittels wird begreiflicherweise die Trennung der Stoffe noch vollständiger machen. Es kann aber gedacht werden, dass zwei Stoffe in einem Lösungsmittel den gleichen Adsorptionsrang behaupten. Relative Konzentrationsdifferenzen der beiden Stoffe würden aber gewiss die Bildung einer einheitlichen gemischten Zone nicht gestatten. Auch lässt sich die Äquipotenz zweier Stoffe in verschiedenen Lösungsmitteln kaum vorstellen. Trotz alledem, obgleich die Zahl der Adsorptionszonen der Zahl der Stoffe entsprechen wird, kann es geschehen, dass irgend eine Zone nicht absolut rein ist, wie aus dem oben Gesagten zu schliessen ist. Durch Extraktion des Stoffes einer Zone und erneute Adsorption wird man den gewünschten Reinigungsgrad erreichen.

Wir sehen somit, dass die Gesetze der mechanischen Affinität sich zu den vollkommensten physikalischen Trennungen der in gewissen Flüssigkeiten löslichen Stoffe anwenden lassen.

Chromatographische Vorrichtungen. Um im Laufe einiger Minuten über die Zusammensetzung einer Farbstofflösung Aufschluss zu erhalten, empfiehlt sich die auf der Taf. XVIII, Fig. 1 abgebildete

Vorrichtung. Die mit dem Manometer *M* versehene Dreiliterflasche *R* dient als Druckreservoir, in welchem durch die Röhre *D* mittels der Gummibirne *P* ein gewisser Luftdruck hergestellt werden kann. *P* ist mittels des Quetschhahnes *Q* von dem Rest des Apparates luftdicht abschliessbar. Die Röhre *D* dient als Druckdistributor; sie ist mit einer Anzahl röhrenförmiger Ansätze versehen, an welche die eigentlichen Filtrationsvorrichtungen zu befestigen sind. Fig. 2 der Tafel stellt eine solche Vorrichtung dar[1]). Diese besteht aus einem zylindrischen oder amphoraförmigen Reservoir (*r*), welches in einen zylindrischen (30—40 *mm* Länge, 2—3 *mm* Durchmesser) Teil *f* ausläuft. Der Ansatz *f* wird an seinem unteren Ende etwas eingeschmolzen, damit die Öffnung verengt und eine Unterlage für das oben zu disponierende Adsorptionsmittel gebildet sei. Das Filtrationstrichterchen wird mit dem Druckdistributor *D* mittels eines festschliessenden Pfropfens, diesen durchziehender Glasröhre und Gummiröhre in zweckmässige bewegliche Verbindung gesetzt (Fig. 3). Quetschhahn *q* erlaubt jedes Trichterchen von dem Apparat zu isolieren.

Die soeben beschriebene Vorrichtung eignet sich sehr gut zur raschen Entmischung kleiner Mengen von Pigmentlösungen. Will man aber grössere Mengen der Farbstoffe in Form von Adsorptionsverbindungen erhalten, um die Farbstoffe jeden für sich weiter zu studieren, so ist die Anwendung einer anderen Versuchsanordnung vorzuziehen. Es wird nun ein grösserer Adsorptionstrichter (10—20 *mm* Durchmesser) angewendet, welcher, wie in Fig. 4 ersichtlich ist, in den Hals einer Vakuumflasche adaptiert wird.

Technik. Als Adsorptionsmittel kann jeder in dem betreffenden Lösungsmittel unlösliche pulverförmige Körper dienen. Da aber sehr viele Körper nicht ohne chemischen Einfluss auf die adsorbierten Stoffe bleiben, so wird die Wahl des Analytikers im allgemeinen auf solche Körper fallen, welche chemisch indifferent sind und zugleich sich in eine möglichst feine Form bringen lassen. Zu stark adsorbierende Stoffe sind auch zu verwerfen, da sie, um Differenzierungen zu liefern, enorme Pigmentquantitäten fordern. Feinheit des Adsorptionspulvers ist sehr wichtig; grobkörniges Material liefert verschwommene Chromatogramme, weil darin Adsorption und Diffusion in den zu weiten Kapillarräumen interferieren. Unter den Adsorptionsmitteln kann ich vorläufig gefälltes $CaCO_3$ empfehlen, welches die schönsten Chromatogramme liefert. Auch Saccharose lässt sich ziemlich leicht in den erforderlichen Zerteilungszustand bringen und bietet die grösste Garantie der chemischen Passivität. Zu besonderen Zwecken

1) Es können dazu bequem die Helme der in der Bakteriologie üblichen FREUDENREICH'schen Kulturgläser verwendet werden.

wird man aber gerade zu chemisch (hydrolisierend, reduzierend, oxydierend) einwirkenden Adsorptionsmitteln greifen. Darüber anderswo.

Um seine volle Adsorptionskraft zu entwickeln und eine regelmässige Diffusion der Stoffe zu gestatten, soll das Adsorptionsmittel möglichst trocken sein. Das von mir im allgemeinen benutzte $CaCO_3$ trockene ich zwei Stunden bei 150° ab und bewahre es in gut schliessenden Flaschen auf. Am Grunde der Adsorptionsröhre wird zuerst ein dichter Wattepfropfen zusammengepresst, dann wird das Adsorptionspulver hineingestreut und mit einer genau passenden Glas- oder Knochenstange sorgfältig festgestampft. Die homogene Textur der adsorbierenden Säule ist sehr wichtig, sonst gestalten sich die verschiedenen Adsorptionszonen zu sehr unregelmässigen Gebilden, was deren mechanische Trennung höchst erschwert. Hat die Adsorbatorsäule die gewünschte Höhe[1] erreicht — ich verwende meistens 20—30 *mm* für die kleinen und 40—50 *mm* für die grossen Filtrationstrichter —, so wird ein zweiter Watteverschluss gepresst und nur ein Wenig des weiter in Anwendung kommenden Lösungsmittels zugegossen, was die Durchtränkung der Adsorptionssäule bezweckt. Der Watteverschluss kann jetzt entfernt werden.

Wird die genannte Durchtränkung nicht vorgenommen, so kann es oft geschehen, dass bei dem nachträglichen Zugiessen der zu untersuchenden Flüssigkeit sich die oberen Schichten des Adsorptionspulvers — wahrscheinlich unter Mitwirken der bei dem Benetzen auftretenden POUILLET'schen Wärme — abheben, durch die sich darunter bildende Luftblase umgeworfen werden und deren Trümmer den regelmässigen Gang der Chromatographie beeinträchtigen.

Das Filtrieren der zu untersuchenden Lösung lasse ich unter einem Überdruck von 250—300 *mm* geschehen, beim Arbeiten mit grossem Adsorptionstrichter unter voller Saugwirkung der Wasserstrahlluftpumpe. Hat man eine gewisse Menge der Flüssigkeit durchsickern lassen, so wird ein Strom des reinen Menstruums hergestellt, wobei die verschiedenen Adsorptionszonen sich etwas ausbreiten und ihre endgültige, maximale Differenzierung erhalten. Unadsorbierbare Stoffe werden ganz fortgeschwemmt, und Stoffe, welche mit dem angewandten Pulver merklich dissoziierbare Adsorptionsverbindungen bilden, wandern langsam ringweise hindurch und können an der Mündung des Filtrationsrohres jeder für sich aufgenommen werden.

Hat sich das Chromatogramm (es wird sich ja im allgemeinen um gefärbte Stoffe handeln) endgültig differenziert, so wird das Präparat mittels positiven oder negativen Druckes von dem Über-

1) Grosse Höhen verlangsamen die Filtration. Bei zu kleinen Höhen kann es aber (wenn viel Pigmentlösung durchfiltriert) geschehen, dass einzelne gefärbte Zonen hindurchgehen, was übrigens unter Umständen gerade erzielt werden sollte.

schuss des Lösungsmittels befreit und kann nun, ohne zu zerfliessen, aus der Röhre hinausgeschoben und mit dem Messer zielbewusst fraktioniert werden.

Anwendung auf die Chlorophyllanalyse. Das grüne Pigment der Blätter, das Chlorophyll, ist bekanntlich ein Farbstoffgemisch, dessen Komplexität von verschiedenen Forschern verschieden hoch angeschlagen wurde. Die chromatographische Analyse ist berufen, den Grad dieser Komplexität endgültig festzustellen. Sie verhält sich zu den anderen Methoden wie die Spektralanalyse einer Körperfarbe zu der Analyse mit Farbgläsern. Zur Darstellung passender Lösungen eignen sich folgende Verfahren:

1. Extrahieren des mit feinstem Schmirgel zerriebenen und mit etwas MgO oder $CaCO_3$ neutralisierten Materiales mittels alkoholhaltigen Petroläthers (1 : 10) und Entfernen des Alkohols durch sorgfältiges Auswaschen mit destilliertem Wasser (vgl. TSWETT III). Dieses Auswaschen muss hier besonders gründlich geschehen, sonst bilden die zurückgebliebenen Spuren des Alkohols (und Wassers) besondere Phasen auf der Oberfläche der adsorbierenden Partikeln, und man erhält getrübte Chromatogramme.

2. Extraktion der zerriebenen, vorerst während einiger Minuten in Wasser aufgekochten Blätter mittels reinen Petroläthers. Es bilden sich zwar dabei etwas Zersetzungsprodukte.

3. Extraktion der zerriebenen und neutralisierten Blätter mittels $C_6H_6$, $CCl_4$ oder mittels reinen $CS_2$. Alle Farbstoffe werden aufgenommen. Am meisten empfiehlt sich $CS_2$.

4. Extraktion der zerriebenen und neutralisierten Blätter mittels Alkohols, Acetons, Äthers oder Chloroforms; Abdestillieren des Menstruums im Vakuum, Auflösen des Rückstandes in Petroläther oder $CS_2$. Chemische Zersetzungen sind dabei schwer zu vermeiden. Man kann auch die Farbstoffe aus dem Alkoholat (unter Wasserzusatz) direkt in Petroläther überführen. Nachträgliches Auswaschen mit Wasser.

Selbstverständlich soll die Chromatographie unter möglichstem Lichtabschluss geschehen, besonders beim Arbeiten mit $C_6H_6$- oder $CS_2$-Lösungen. Das aus einer $CS_2$-Lösung erhaltbare Chromatogramm besitzt folgende Gestalt:

I. (oberste) Zone. Farblos. Der diese Zone behauptende Stoff (oder Gemisch) ist in der KRAUS'schen Entmischung „hypophasisch" (bleibt vorwiegend in der unteren Phase).

II. Zone, von der folgenden zumal wenig scharf abgegrenzt. Gelb, vom Xanthophyll $\beta$ herrührend[1]). Dieser Farbstoff ist in der

1) Mein Xanthophyll $\beta$ (mit SORBY's „gelbem Xanthophyll" augenscheinlich identisch) hat mit dem von KOHL (I, 140) sehr unzweckmässig ebenso genannten

KRAUS'schen Entmischung hypophasisch. Charakteristische Absorptionsbänder der alkoholischen Lösung: 475—462 und 445—430 $\mu\mu$. Die alkoholische Lösung wird selbst durch wenig HCl rasch gebläut. Man kann den Farbstoff unter anderem isolieren, indem man durch das Chromatogramm in situ einen Strom 1prozentigen alkoholhaltigen Petroläthers ziehen lässt. Alle Farbstoffe ausser Xanthophyll $\beta$ werden rasch fortgeschwemmt; der letztere wird aber leicht durch 10 pCt. Alkohol-Petroläther befreit.

III. Zone. Dunkelolivgrün. Chlorophyllin $\beta$. In KRAUS'scher Entmischung epiphasisch. Hauptabsorption der Petrolätherlösung 450—465 $\mu\mu$, in alkoholischer Lösung rückt dieselbe auf 460—475. Dem Grade nach zweite Absorption bei 640—650 $\mu\mu$ (Petroläther); eine dritte bei 580—600 $\mu\mu$.

Chlorophyllin $\beta$ wurde bereits von SORBY (1873) und nicht von MARCHLEWSKI und C. A. SCHUNCK entdeckt, wie irrigerweise von einigen neueren Autoren angegeben wird[1]) (CZAPEK, KOHL I, 139, STRASBURGER 656). Auch SACHSSE (S. 332) (welcher nach KRAUS' Methode arbeitete) hatte das rote Absorptionsband dieses Chlorophyllins bemerkt, schrieb es aber dem Xanthophyll zu. Ich habe meinerseits SORBY's Versuche im Jahre 1901 kontrolliert. (TSWETT II). SORBY's Beweisführung war eine korrekte; MARCHLEWSKI und SCHUNCK haben nur seine Experimente sowie die chemischen HARTLEY's wiederholt, und betreffend SORBY unglücklich wiederholt, da diese Forscher keine genügend reinen Substanzen erhielten und die wirklichen Absorptionsverhältnisse der Chlorophylline $\alpha$ und $\beta$ in der blauvioletten Hälfte des Spektrums ihnen entgingen. Ein zweiter, betreffend das Chlorophyllin $\beta$ akkreditierter Irrtum ist, dass dieser Farbstoff in relativ sehr geringer Menge vorhanden ist und auf das Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung keinen merklichen Einfluss ausübt (MARCHLEWSKI und SCHUNCK II, 258, KOHL I, 139). Ein Blick auf meine Chromatogramme zeigt, dass Chlorophyllin $\beta$ in keiner geringen Menge das Chlorophyllin $\alpha$ begleitet. Andererseits ist das I. Absorptionsband an der blauvioletten Hälfte des Spektrums einer

---

Pigment nichts zu schaffen, da letzteres überhaupt der Xanthophyllgruppe nicht angehört, sondern ein wasserlösliches Kunstprodukt von der Art des „Phykophaeïns" darstellt. Dagegen dürfte teilweise mit meinem Xanthophyll $\beta$ KOHL's Xanthophyll $\alpha$ zusammenstimmen, welches er durch das Band 455—470 $\mu\mu$ charakterisiert.

1) Diese Angaben beruhen wohl auf der Darlegungsweise MARCHLEWSKI's und SCHUNCK's in ihrer deutschen Mitteilung (II). Der Leser, welcher SORBY's musterhafte Arbeit nicht kennt (dieselbe war bis vor kurzem allgemein vergessen), kann leicht den Eindruck bekommen, man habe nur nach SORBY's Entmischungsmethode gearbeitet. SORBY's Arbeit wird nicht einmal zitiert! Keine neuen Beweise für die Existenz oder Präexistenz des Chlorophyllins $\beta$ sind indessen von den genannten Autoren erbracht worden. In der englischen Mitteilung (I) derselben ist übrigens die Angelegenheit sachgemässer dargestellt.

Chlorophylllösung eben hauptsächlich dem Chlorophyllin $\beta$ zu verdanken, wie dies aus der PREYER'schen Alkaliprobe (S. 50) und den schönen Fluoreszensversuchen HAGENBACH's zu folgern ist. Wenn das blaue Absorptionsband des Chlorophyllins $\beta$ im Alkohol bei 460—475 $\mu\mu$ liegt, so ist anzunehmen, dass es im lebenden Blatt auf die Linie $F$ fallen wird, und diesem Farbstoff, nicht aber dem Karotin, ist das von ENGELMANN und neuerdings von KOHL (III) konstatierte zweite Assimilationsmaximum bei $F$ zu vindizieren.

IV. Zone. Dunkelblaugrün. Vom Chlorophyllin $\alpha$ (SORBY's blauem Chlorophyll) herrührend. Etwas Xanthophyll $\alpha$ beigemengt und nach KRAUS zu entfernen. Epiphasisch. Besitzt keine Absorption im Blau, aber ein Band bei 440 – 430 $\mu\mu$ (Petroläther) und ein zweites am violetten Ende des Spektrums. Absorptionen der linken Spektrumhälfte allgemein bekannt. Von SORBY 1873 zuerst genügend rein erhalten[1]). Von mir (I) 1900 kristallisiert dargestellt. CZAPEK's (S. 464) Bemerkung, meine Kristalle könnten Phyllocyanin sein, ist völlig unberechtigt. Phyllocyanin ist bekanntlich nur in HCl-Lösung blau; in Alkohol, Äther, Petroläther hat es ein Chlorophyllanspektrum. Es ist merkwürdig, wie das Vorurteil festgewurzelt ist, dass im Chlorophyll ein grüner Komponent vorhanden sein muss.

V. Zone. Gelb (Xanthophylle $\alpha'$ und $\alpha''$).

VI. Zone. Farblos.

VII. Zone. Orangegelb (Xanthophyll $\alpha$).

Ob die VI. Zone durch einen farblosen Körper bedingt oder infolge des Wandervermögens der VII. (siehe oben unter Prinzipien) entsteht, kann ich vorläufig nicht angeben. Lässt man durch das Chromatogramm $C_6H_6$ durchströmen, so wandert die VII. Zone schnell ab und kann an der Mündung des Trichters aufgefangen werden. Die V. Zone wandert aber langsam und zerfällt dabei zu einem doppelten Ring. Es sind darin hiernach zwei Stoffe vorhanden. Alle diese Xanthophylle schlage ich vor mit dem Buchstaben $\alpha$ mit Indices zu registrieren. Die zwei ersten, gut ausgeprägten Absorptionsbänder des Xanthophylls $\alpha$ liegen bei 485 – 470 und 455—440 $\mu\mu$ (Alkohol oder Petroläther). Die Bänder der Xanthophylle $\alpha'$ und $\alpha''$ sind sehr wenig nach dem Ultraviolett verschoben.

---

1) Wenn KOHL (I, 156) im Vertrauen auf MARCHLEWSKI und SCHUNCK ihre Methode zur Reindarstellung des „Chlorophylls" (Chlorophyllin $\alpha$) als neu bezeichnet, so ist es unrichtig. Diese Methode ist, mit unbedeutender Abänderung, die alte SORBY'sche. Übrigens haben MARCHLEWSKI und SCHUNCK kein reines Chlorophyllin $\alpha$ unter den Händen gehabt. Durch das Vorhandensein des I. Absorptionsbandes hinter $F$ dokumentiert sich das Präparat als noch vom Chlorophyllin $\beta$ verunreinigt.

Xanthophylle *a* sind hypophasisch und ihre alkoholische Lösung wird durch wenig HCl nicht gebläut, sondern gebleicht.

War die zur Chromatographie verwendete Chlorophylllösung von einer Säure berührt, so sieht man im Chromatogramme noch eine VIII. Zone, grau gefärbt, durch $C_6H_6$ rasch fortgeschwemmt, von dem Säurederivate des Chlorophyllins *a* (Chlorophyllan *a*) herrührend. Endlich findet man die während der Chromatographie durchfiltrierte Flüssigkeit (in unserem Falle handelt es sich um $CS_2$) durch Karotin orangerot gefärbt. Karotin ist exquisit epiphasisch. Seine alkoholische Lösung wird selbst durch konzentrierte HCl-Lösung nicht gebläut[1]). Spektralbänder der $CS_2$-Lösung: 525—510; 490—472 und ein sehr schwaches bei 460—455 $\mu\mu$. In Petroläther liegen die die ersten Bänder bei 492—475 und 460—445 $\mu\mu$.

Es lässt sich jetzt die Frage aufwerfen, ob die chromatographische Methode sich nicht zu einer chromatometrischen potenzieren lässt. Es wäre ja bestechend, die Quantitäten der Farbstoffe einfach in Volumina des von ihnen gesättigten Adsorptionspulvers auszudrücken. Die Versuche, welche ich aber in dieser Richtung angestellt habe, haben bisher zu keinem befriedigenden Resultate geführt. Infolge der Wechselwirkungen zwischen den sich niederschlagenden Farbstoffen erreichen alle Zonen nicht den gleichen Sättigungsgrad; am günstigsten verhält es sich mit Chlorophyllin *a*.

Näheres über die von mir unterschiedenen Chlorophyllfarbstoffe sowie über deren Derivate werde ich im Laufe des Jahres in einer grösseren Arbeit mitteilen.

Kapillaranalyse. Es ist angemessen, hier einige Worte der von GOPPELSROEDER so genannten Kapillaranalyse zu widmen, um so mehr, als dieser Autor dieselbe neuerdings (II, 239) auch als Adsorptionanalyse bezeichnen will. Die Kapillaranalyse ist bekanntlich die empirische, sehr weit durchgeführte Anwendung der zuerst von SCHÖNBEIN beobachteten Eigenschaft der Komponenten einer Lösung, mit verschiedener Geschwindigkeit in einem Streifen Filtrierpapier emporzusteigen. Wie OSTWALD (S. 1097) behauptet, sind dabei Adsorptionsvorgänge tätig; es sind aber auch Diffusionsfaktoren anzunehmen (FISCHER und SCHMIDMER) und, bei Kapillarisation alkoholischer Lösungen, noch andere Momente: Anhäufung der gelösten Stoffe infolge der Verdampfung des Menstruums, Fällungen infolge der durch Absorption von Wasserdämpfen aus der Luft oder (bei

1) KOHL's (II, 128) entgegengesetzte Angabe beruht auf einer Verwechselung des wirklichen Karotins mit Xanthophyllen. Eine Karotinlösung in 70prozentigem Alkohol wird durch Benzin vollständig entfärbt. Was hier KOHL als Karotin betrachtete, war und konnte (dem Darstellungsverfahren gemäss) nur ein Gemisch von Karotin mit sämtlichen Xanthophyllen sein, welche aber eben, wie gesagt, hypophasisch sind.

nicht wasserfreien Lösungen) durch prävalente Ausdampfung des Alkohols bedingte Abnahme der Alkoholkonzentration. Letztere Momente sowie auch chemische Wirkungen (Oxydationen, Säurewirkung) könnten Rechenschaft von der von GOPPELSROEDER bei Kapillarisation von Alkoholextrakten aus verschiedenen Pflanzenorganen beobachteten farbigen Differenzierungen geben. Ich habe Kapillarversuche mit alkoholischen Extrakten grüner Blätter angestellt. Wasserfreie Lösungen liefern keine Differenzierungen (vgl. dazu MÜLLER). Wasserhaltige lieferten mir aber folgendes: Oben eine farblose Zone, dann ein gelber Saum, eine grüne Zone, eine gelbe (mit Stich ins Grün) und dann nahe der Basis des in die Chlorophylllösung tauchenden Papierstreifens eine blassgrüne Zone, wie man sie erhalten kann beim Herausnehmen eines in die Lösung untergetauchten Papierstückes. Beim Abdrücken des Streifens auf blauem Kobaltchloridpapier erwiesen sich die oberen Zonen, einschliesslich des gelben Saumes, als stark wasserhaltig. Beim Einlegen des abgetrockneten Streifens in Petroläther erwies sich der gelbe Saum als durch Xanthophylle tingiert, da er nicht entfärbt wurde (so wie die grüne Zone); die untere gelbe Zone wurde dagegen zum Verschwinden gebracht (Karotin). Die Erklärung der genannten Kapillardifferenzierungen bietet keine Schwierigkeit. Nahe der Oberfläche der Chlorophylllösung stellt sich die prävalente Verdampfung des Alkohols ein, d. h. die progressive Abnahme der Alkoholkonzentration im Menstruum, und die verschiedenen Farbstoffe werden nach dem Grade ihrer Unlöslichkeit in schwachem Alkohol präzipitiert; zuerst das Karotin, dann die Chlorophylline zusammen und endlich die Xanthophylle. Wir sehen demnach, dass die Kapillaranalyse der alkoholischen Lösungen nicht auf Adsorption beruht, und es ist geboten, um nicht Verschiedenes zu verwechseln, die Bezeichnung Adsorptionsanalyse für die von mir ausgearbeiteten Methoden zu reservieren. Übrigens wird durch dieselben der Kapillaranalyse der Boden nicht geraubt, da die chromatographische Methode nur auf solche Stoffe anwendbar ist, die in bestimmten Flüssigkeiten, wie Petroläther, $C_6H_6$, $CCl_4$, $CS_2$ u. a., löslich sind.

---

## Zitierte Literatur.

BEMMELEN, J. M. VAN, Zeitschr. für anorg. Chem. **23** (1900), S. 321.
CZAPEK, FR., Biochemie der Pflanzen, I (1905).
FISCHER, E. und SCHMIDMER, ED., LIEBIG's Ann. **272** (1893), S. 151.
GOPPELSROEDER, FR., I. Verhandl. der Naturf. Gesellsch. Basel **14** (1901). — II. Anregung zum Studium der Kapillaranalyse. Basel 1906.
HAGENBACH, ED., POGGEND. Annalen **141** (1870), S. 245.
HARTLEY, W. N., Journ. of Chemic. Soc. **59** (1891), S. 106.

KOHL, F., I. Untersuchungen über das Karotin. Leipzig 1902. — II. Diese Berichte 24 (1906), S. 124. — III. Ibid. 24, S. 222.
MARCHLEWSKI, L. und SCHUNCK, C. A., I. Journ. Chem. Soc. 27 (1900), p. 1081. — II. Journ. für prakt. Chemie 62 (1900), S. 247.
MÜLLER, N. J. C., PRINGSH. Jahrb. für wiss. Botanik 7 (1869), S. 200.
OSTWALD, W., Lehrbuch der allgem. Chemie I (1903).
PREYER, W., Die Blutkristalle. Jena 1871.
SACHSSE, R., Chemie und Physiologie der Farbstoffe usw. Leipzig 1877.
SORBY, H., Proceed. Roy. Soc. London 21 (1873), p. 442.
STRASBURGER, ED., Das botanische Praktikum, IV. Aufl. (1902).
TSWETT, M., I. Comptes rendus 131 (1900), p. 842. — II. Ibid. 132 (1901), p. 149. — III. Diese Berichte 24 (1906), S. 316.

## 61. W. Ruhland: Über Arabinbildung durch Bakterien und deren Beziehung zum Gummi der Amygdaleen.

Eingegangen am 25. Juli 1906.

Über die Natur der bei Bakterien so verbreiteten Schleim- und Gummibildungen[1]) wissen wir bisher so wenig Befriedigendes, dass jeder auch kleine Beitrag zu unseren Kenntnissen hier als willkommen begrüsst werden dürfte. Die wenigen einschlägigen Zitate findet man z. B. bei CZAPEK[2]) und LAFAR[3]). Kurz hervorzuheben wäre hier nur, dass SCHEIBLER das fadenziehende, von *Streptococcus mesenterioides* produzierte Gummi zuerst als Dextran erkannte. ANDRLIK studierte einen in der Zuckerfabrikation auftretenden Spaltpilz, welcher ebenfalls Dextran in grossen Mengen lieferte, MAASSEN[4]) einen ebensolchen, der Lävulan produzierte. Interessant sind die Befunde von SCHARDINGER, welcher in seinem Bakterienschleim auch eine Hemicellulose, Galactan, nachwies, zugleich aber zeigte, dass neben diesem in Hauptmasse auftretenden Stoff noch Mucin, also ein

1) Die Begriffe „Schleim" und „Gummi" werden im allgemeinem homonym gebraucht. Eine strenge Unterscheidung ist auch nicht durchführbar. Immerhin dürfte es sich empfehlen, den Ausdruck „Gummi", übereinstimmend mit dem allgemeinen Sprachgebrauch, für die klebrigen, fadenziehenden Kohlenhydrate zu reservieren; als Schleim würden demgemäss die übrigen nicht fadenziehenden, aber stark quellenden membranartigen Stoffe und die eiweissähnlichen Mucine usw. zu bezeichnen sein.

2) Biochemie der Pflanzen. Bd. I, 1905, S. 555 ff.

3) Handbuch der technischen Mykologie, Bd. I, Abschnitt III. Die chemischen Bestandteile usw., bearbeitet von HUGO FISCHER; besonders §§ 59 und 60.

4) Über Gallertbildungen in den Säften der Zuckerfabriken. Arbeiten der biol. Abt. des Kais. Gesundheitsamtes, V, 1905, S. 16.

N-haltiger Körper, als Träger der fadenziehenden Eigenschaft vorhanden ist.

Die kurze Übersicht deutet bereits auf eine grosse Mannigfaltigkeit der Schleime und Gummi hin, die auf eine ebenso grosse Mannigfaltigkeit der Bedingungen des Entstehens schliessen lässt.

Die Frage nach der Entstehung und chemischen Natur gewisser Bakteriengummi hat durch die Beziehungen, in die man sie zu den als Gummifluss bezeichneten Erscheinungen verschiedener höherer Pflanzen zu bringen versucht hat, neuerdings besonderes Interesse erhalten, dem auch die folgenden Zeilen ihre Entstehung verdanken. Die mitgeteilten Beobachtungen über Bakterien- und Amygdaleengummi wurden im Laufe eingehender, noch nicht veröffentlichter Untersuchungen gemacht, welche Verfasser gemeinsam mit Herrn Geheimrat Dr. ADERHOLD über eine durch Bakterien hervorgerufene und unter Gummifluss verlaufende, neue Krankheit des Steinobstes angestellt hat. Es wird in der ausführlichen Arbeit auch von den hier kurz mitgeteilten Daten nochmals eingehend die Rede sein.

Wegen der oben hervorgehobenen Beziehungen wird es zweckmässig sein, bei unserer Betrachtung der Bakteriengummibildung von den Erscheinungen des Gummiflusses bei den Amygdaleen auszugehen.

Wie schon ADERHOLD[1]) hervorgehoben hat und später BEIJERINCK und RANT[2]) bezw. letzterer allein[3]) nachwiesen, kann der Gummifluss durch verschiedene äussere Anlässe hervorgerufen werden, besonders auch durch solche Wundreize, bei denen eine Mitwirkung von Mikroorganismen nicht stattfindet.

In neuerer Zeit hat man dem Studium der hierbei in Frage kommenden Bakterien besondere Aufmerksamkeit geschenkt, und einige Forscher sind sogar so weit gegangen, den Gummifluss schlechthin als durch Bakterien veranlasst hinzustellen.

Die Frage, wie weit bei den in der Natur so ungemein verbreiteten Gummiaustritten den Bakterien eine Rolle zufällt, wird auf Grund einer grösseren Reihe von Verwundungen, Impfungs- und Isolierungsversuchen Gegenstand einer besonderen Mitteilung von ADERHOLD und mir bilden.

Hier interessiert uns besonders die Auffassung jener Forscher, dass das aus der Rinde austretende Gummi nach seiner physiologischen Herkunft das Stoffwechselprodukt spezifischer

---

1) Über *Clasterosporium carpophilum* (Lév.) Aderh. und Beziehungen desselben zum Gummiflusse des Steinobstes. Arbeiten der biol. Abt. des Kais. Gesundheitsamtes, Bd. II, 1902, S. 515–559. Vgl. besonders Abschnitt V, S. 542ff.

2) Wundreiz, Parasitismus und Gummifluss bei den Amygdaleen. Bakteriolog. Centralbl., 2. Abt., Bd. XV, 1905, S. 366–375.

3) De gummosis der Amygdalaceae. Dissertation. Amsterdam 1906, bei J. H. DE BUSSY, 91 Seiten mit 7 Tafeln.

Gummiflussbakterien sei, deren Ausgangssubstrat man in den Nährmaterialien der betreffenden Amygdalee zu suchen habe.

Es ist vor allem einer ganzen Reihe Einzeluntersuchungen von GREIG SMITH zu gedenken, welche unter dem Gesamttitel: „The bacterial origin of the gums of the arabin group“[1]) für eine grössere Zahl von Beispielen den Nachweis erbringen sollen, dass das von den höheren Pflanzen ausgeschiedene Gummi in Wahrheit von bisher übersehenen Bakterien herrühre. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, erwähne ich nur, dass auf diesen Ursprung z. B. das Gummi der *Acacia penninervis* (wattle gum), von *Cedrela australis*, *Sterculia diversifolia*, *Eucalyptus Stuartiana*, des Pfirsichs und anderer Amygdaleen zurückgeführt wird.

GREIG SMITH bleibt nun zwar den Nachweis (der nur auf dem Wege vergleichender Impfversuche zu erbringen gewesen wäre) dafür, dass die von ihm aus gummiflüssigen Zweigen isolierten Organismen in der Tat auch im Baume die ihnen zugeschriebene Wirkung auszuüben vermöchten, durchaus schuldig und begnügt sich vielmehr damit, die Identität, wie er glaubt, der von seinen Bakterien auf verschiedenen künstlichen Substraten inReinkultur erzeugten Produkte mit den natürlichen Gummistoffen auf chemischem Wege darzutun.

Er unterwarf die in Kulturen erzogenen Bakteriengummi einer Hydrolyse und ermittelte, dass sie hierbei, wie das natürliche Gummi, ein Gemisch von Arabinose und Galaktose ergeben.

Dass jedoch hiermit ein Beweis für die wirkliche Übereinstimmung der betreffenden Substanzen in keiner Weise erbracht ist, bedarf kaum einer näheren Begründung. Wir wissen, dass auch Gummi sehr verschiedenen Ursprunges fast allgemein diese Verseifungsprodukte ergeben. Man vergleiche z. B. die Zusammenstellung bei CZAPEK[2]). Es ist mithin auf diesem Wege überhaupt nicht möglich, einen Beweis für Identitäten zu erbringen, zumal in derartigen Verbindungen auch quantitativ die Galaktose- und Arabinoseanteile nicht unbeträchtlichen Schwankungen zu unterliegen scheinen.

Auffallenderweise vernachlässigt der genannte Forscher andererseits beträchtliche Unterschiede, die die Bakteriengummi von den entsprechenden natürlichen Produkten aufwiesen. So betrug z. B. die spezifische Drehung des Akaziengummi (Wattlegum) $[\alpha]_D = +0{,}9°$, während diejenige des auf Nährböden erzogenen Bakterienschleimes sich auf $[\alpha]_D = +43°$ belief[3]).

Auch BRZEZIŃSKI[4]) führt als besonders wichtig für seine angeb-

1) Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. 1902—1904.

2) Biochemie der Pflanzen I, 1905, S. 555ff.

3) l. c., 1902, S. 393.

4) Le chancre des arbres, ses causes et symptômes (Anzeiger der Akad. der Wiss. in Krakau, Math.-naturw. Klasse, 1903, S. 95—142; vgl. besonders S. 141)

lich den Gummifluss erzeugenden Bakterien die Eigenschaft an, dass sie auch auf künstlichem Substrate gleiches Gummi produzieren. Der Verfasser scheint sich der weittragenden Bedeutung einer solchen Behauptung gar nicht bewusst zu sein, da irgend ein Beweis für die Identität des Gummi nicht erbracht und auch nicht versucht wird.

Wie bereits in einer vorläufigen Mitteilung[1]) angegeben, ist es ADERHOLD und mir gelungen, aus kranken Kirschentrieben einen Spaltpilz, *Bacillus spongiosus* Aderh. et Ruhl., zu züchten, welcher bei der Verimpfung in Kirschenteilen einen unter intensivem Gummifluss verlaufenden Krankheitsprozess hervorruft.

Im Zusammenhange mit den obigen Literaturangaben erschien besonders die Eigenschaft des interessanten Organismus bemerkenswert, auch seinerseits auf mehreren künstlichen Nährböden einen stark fadenziehenden, also gummiartigen Schleim zu bilden.

Gummibildende Kolonien auf festen, namentlich Agar-Nährböden, erscheinen deshalb erhaben-tropfenförmig. Das Gummi ist glasklar oder weisslich-trübe, niemals gelblich. Im Folgenden teile ich nunmehr einiges Nähere über ihn mit, soweit es im Zusammenhange mit den obigen Fragen steht.

Zur Prüfung der zur Gummibildung führenden Stoffe wurden unter den in Betracht kommenden C-Quellen folgende Zucker geprüft:

1. Pentosen . . . . { Arabinose, Xylose, Rhamnose.
2. Hexosen . . . . { a) Aldosen . . . { Glukose, Mannose, Galaktose. | b) Ketosen . . . { Fruktose, Sorbose.
3. Disaccharide . . { Rohrzucker, Milchzucker, Maltose.
4. Trisaccharide . . Raffinose.

Die Zucker wurden zu 2 pCt. dem Bouillon-Agar zugesetzt; ferner auch ein Zusatz von 5 pCt. Glyzerin, Ammoniumlactat bezw. Mannit zum Agar erprobt. Eine Schleimbildung trat sofort besonders schön auf Rohrzucker zutage, etwas später, aber ebenfalls sehr schön, auf Raffinose.

---

und: Étiologie du chancre et de la gomme des arbres fruitiers. (Comptes rendus, Paris 1902).

1) Über ein durch Bakterien veranlasstes Kirschensterben. Centralbl. für Bakteriologie, II. Abt., Bd. XV, 1905, S. 376ff.

Raffinose gibt durch Inversion bekanntlich zunächst d-Fruktose und „Melibiose“, welche dann weiter zerfällt zu Galaktose und d-Glukose. Es treten also d-Fruktose- und d-Glukosegruppen sowohl im Rohrzucker, als im Raffinosemolekül auf, und es liegt die Vermutung nahe, dass gerade hierin die Quelle für die Gummibildung liegt.

Erwähnenswert ist, dass als alleinige Zuckerquelle Dextrose nicht, Lävulose (2—5 pCt.) nicht oder nur überaus wenig Gummi ergibt. Ganz unwirksam sind auch Dextrose-Lävulosemischungen, wie sie der Zusammensetzung des invertierten Rohrzuckers entsprechen[1]). Da auch die Verarbeitung des Rohrzuckers durch den Bacillus, soweit ich bis jetzt übersehe, ohne Inversion verläuft, sind für das Zustandekommen von Gummi offenbar gewisse Bindungsverhältnisse (die Art der Bindung) der zu kondensierenden Gruppen wichtig.

Ähnlich wie Lävulose verhält sich auch Mannit. Hier tritt meist eine, wenn auch nur sehr schwache Schleimbildung ein. Diese Ähnlichkeit bietet nichts Auffallendes, da Mannit bekanntlich durch schwache Oxydation leicht in Lävulose übergeht.

Die optimale Zuckerkonzentration des Agarbodens scheint ausserordentlich hoch zu liegen. Bei einem Gehalt an Rohrzucker z. B. von 30 pCt. findet jedenfalls intensivere Schleimbildung statt als bei 5—20 pCt. Auch der Schleim selbst hat auf hochkonzentrierten Böden eine festere, zähere Beschaffenheit als auf solchen niedrigeren Zuckergehaltes, wo er schliesslich sogar oft ziemlich dünnflüssig werden kann.

Um für eine chemische Untersuchung des Schleimes genügendes Material zur Verfügung zu haben, wurde deshalb folgendermassen verfahren:

In einer grösseren Anzahl PETRUSCHKY'scher Flaschen für Flächenkulturen wurde ein 20 pCt. Rohrzucker enthaltender Bouillon-Agar ausgegossen und nach dem Erstarren durch Übergiessen mit Bouillonkulturen des *Bacillus spongiosus* geimpft.

Nach etwa achttägigem Wachstum wurde der in üppigster Weise gebildete Schleim geerntet, indem mit dem Spatel die Agaroberfläche unter Vermeidung von Verletzungen derselben abgeschabt wurde. Letzteres verdient besonders betont zu werden, weil der aus Galaktan bestehende Agar bei der Hydrolyse Galaktose ergeben würde, ein

1) Ein ähnliches a priori nicht zu erwartendes Verhalten beobachtete z. B. auch MAASSEN (l. c.) insofern, als seine Lävulan bildenden Semiclostridien wohl aus Rohrzucker, nicht aber aus Trauben- und Fruchtzucker die Gallerte erzeugten. Nach einer neuerlichen Mitteilung von GREIG SMITH (Bakt. Centralbl., Bd. XV, 1903, S. 38) liegen die Verhältnisse für dessen *Bacterium Acaciae* ganz ähnlich, das besonders schön auf Lävulose und Rohrzucker, dagegen nicht auf Raffinose, Invertzucker oder Dextrosemischungen Gummi bildete.

Umstand, der, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, zu den schwerwiegendsten Irrtümern Anlass geben würde.

Das Gummi wurde darauf in destilliertem Wasser unter Umrühren gleichmässig verteilt, wobei sehr leicht eine trübgraue, etwas klebrige Lösung entstand. Es lag also jedenfalls keine Hemicellulose vor, die bekanntlich erst beim Kochen mit verdünnten Säuren löslich wird. Die Lösung musste, um alle Spuren von Agar zu entfernen, noch durch ein Haarsieb gegeben werden.

Die saure Reaktion der Lösung rührt von den gleichzeitig mit dem Schleim gebildeten organischen Säuren her (vor allem Essigsäure, daneben noch Ameisensäure, inaktive Milchsäure, viel Buttersäure und Spuren von Propionsäure). Die gereinigte Gummilösung dagegen reagiert neutral.

Die Reinigung wurde erzielt durch mehrmaliges Ausfällen mit absolutem Alkohol und Wiederauflösen in destilliertem Wasser. Der zunächst in zäh-kleiigen, klebrigen, grauweissen Klümpchen fallende Niederschlag wird bei Wiederholung des Ausfällens schliesslich weiss und nach wiederholtem Begiessen mit Alkohol absol. spröde-brüchig. Beim Zerreiben der hartbröckeligen Masse ergab sich ein hygroskopisches, weissliches Pulver, das, in Wasser leicht lösbar, hier eine bei auffallendem Lichte etwas trübe und zwar opaleszierende, weissliche Lösung ergab, auch nachdem die Flüssigkeit durch eine Chamberlandkerze filtriert worden war, also mikroskopisch Bakterien in ihr nicht mehr nachweisbar waren. Bei durchfallendem Licht ist sie dagegen klar.

Von dem so erhaltenen pulverigen Produkt wurde eine Portion in 50 *ccm* 5prozentiger Schwefelsäure gelöst und unter dem Rückflusskühler 5–6 Stunden lang gekocht, darauf mit Baryumkarbonat oder noch besser mit Schlemmkreide neutralisiert, mit Aluminiumhydroxyd geklärt und mit Tierkohle entfärbt. Selbst bei Zusatz eines sehr grossen Überschusses von Alkohol entstand nur selten noch eine schwache, kaum merkliche Trübung durch unverseiftes Gummi; dieses wurde durch Klärung beseitigt und der Alkohol wieder abdestilliert.

Das in der übrig bleibenden Flüssigkeit enthaltene Hydrolyseprodukt reduzierte FEHLING'sche Lösung und ergab nach Einengung auf dem Wasserbade einen Sirup. Wurde eine Probe desselben mit etwa 50prozentiger Schwefelsäure behandelt und destilliert, so konnte in der Vorlage leicht mit Anilinacetat durch dunkelrote Färbung reichliches Furfurol nachgewiesen werden. Diesen Nachweis einer Pentose bestätigte die genauere Untersuchung des Sirups.

Dieser wurde mit Salzsäure-Phenylhydrazin und Natriumacetat im Verhältnis 2 : 3 versetzt. Es entstand erst nach längerem Erhitzen (Abwesenheit von Mannose!) über dem Wasserbade ein aus gelben Nadeln bestehendes schönes Osazon, welches zwischen Filtrierpapier

ausgepresst, vorsichtig getrocknet und mit Äther von einer dunkelbraunen, amorphen, harzigen Substanz befreit sowie durch mehrmaliges Umkristallisieren aus Alkohol gereinigt wurde. Der Schmelzpunkt schwankte vor dem Umkristallisieren zwischen 151 und 154° und stieg nachher auf die konstante Höhe von 158°. Es lag also reines Arabinosazon vor, und das von *Bacillus spongiosus* gebildete Gummi war ein Pentosan, und zwar Arabin ohne Beimischung anderer Polysaccharide.

Angesichts der oben hervorgehobenen Resultate und Hypothesen von GREIG SMITH u. a. erscheint dieses Resultat bedeutungsvoll. Es war hierdurch nachgewiesen, dass ein Gummiausflüsse unter Krankheitserscheinungen hervorrufender Spaltpilz ein chemisch von dem der Wirtspflanze weit abweichendes Gummi bildet. Während ersteres ein Arabin-Galaktingemisch darstellt, besteht letzteres aus reinem Arabin.

Infolge der Wichtigkeit dieses letzteren Punktes schien es wünschenswert, die Abwesenheit des Galaktins noch besonders darzutun. Für diese Abwesenheit sprach in Anbetracht der Tatsache, dass das erst bei 188—191° schmelzende Galaktosazon in heissem Wasser fast unlöslich ist, zunächst der Umstand, dass das mehrfach mit heissem Wasser ausgezogene Osazon vor und nach dem Umkristallisieren nie einen höheren Schmelzpunkt als 158° ergab.

Einen besonderen Weg, der zu demselben Ergebnis führte, bot ferner die mehrfach bewährte, auch quantitativ verwertbare Methode von KENT, RISCHBIETH und CREYDT[1]), nach welcher das Bakteriengummi einer Oxydation mit Salpetersäure von 1,15 spez. Gew. unterworfen wurde.

Nach dieser Methode gelingt es, wie mehrfache vergleichende Versuche lehrten, leicht, im Kirschgummi (durch wiederholtes Ausfällen mit Alkohol von Zuckern usw. gereinigt) den reichen Galaktoseanteil in Form von Schleimsäure (Schmelzpunkt 208°) nachzuweisen. Auch Kirschgummi, welches infolge einer gelungenen Impfung mit *Bacillus spongiosus* gebildet war, zeigte dieses Verhalten.

Wurde eine Portion des Bakteriengummi mit der $2^1/_2$- bis 3fachen Menge Salpetersäure (spez. Gew. = 1,2) behandelt und letztere verjagt, so ergab sich im Rückstande eine Säure, die in Wasser gelöst, mit $CaCO_3$ gekocht und heiss filtriert wurde. Nachdem das Kalksalz mit Oxalsäure zersetzt worden war, konnte die Säure in reinem Zustande in Form mikroskopischer Blättchen erhalten

1) „Über die Entdeckung von Galaktosegruppen (Galaktan usw.) in Kohlenhydraten und pflanzlichen Stoffen durch die Schleimsäurereaktion.“ In: TOLLENS, Untersuchungen über Kohlenhydrate. Landwirtschaftliche Versuchsstationen XXXIX 1891, S. 401; vgl. besonders S. 416ff.

werden. Der Schmelzpunkt lag bei 127°. Es handelte sich um l-Trioxyglutarsäure $C_3H_3(OH)_3(CO_2H)_2$.

Dieser selbe Körper konnte nach der obigen „Salpetersäuremethode“ bei hinreichend weitem Eindunsten in Form von Blättchen erhalten werden. Diese sind auf den ersten Blick von den Einzelkristallen oder Aggregaten der Schleimsäure in Form von schiefen rhombischen Säulen unter dem Mikroskope zu unterschciden, sowie ferner durch ihre ausserordentlich leichte Löslichkeit in Wasser, im Gegensatz zu der schwerlöslichen Schleimsäure. Auch dieser Befund beweist also die Abwesenheit einer Galaktosegruppe in unserem Bakteriengummi und die völlige Verschiedenheit desselben vom Kirschengummi. Vielleicht rührt z. B. auch die im Vergleich mit letzterem weit leichtere Löslichkeit des Bakteriengummi von der beschriebenen Zusammensetzung her.

Weitere Reaktionen dieses Bakteriengummi sollen später an anderer Stelle ausführlicher beschrieben werden. In diesem Zusammenhange sei indessen noch hervorgehoben, dass das von demselben Bacillus auf Raffinose (5 pCt. Raffinose in Bouillonagar) produzierte Gummi von gleicher Zusammensetzung ist.

Am Schlusse der Besprechung unseres Bakteriengummi seien noch einige Bemerkungen über den N-Gehalt desselben und seine eventuelle Eiweissnatur mitgeteilt. Schon die reichen, leicht durch Osazonbildung auffindbaren Pentosemengen sprachen zunächst dagegen, dass hier etwa eine jener komplizierten N-Verbindungen vorlag, welche zum Teil Furfurolreaktionen ergeben, wie z. B. Lecithin usw.[1]). Viel näher noch lag, namentlich angesichts der Resultate SCHARDINGER's, die Vermutung nach einem Mucin. Wie andere Glykoproteïde hätte jedoch dieser Stoff durch Kochen mit Säuren ein Glukosamin ergeben müssen. Dieser Körper gibt mit Hydrazin dasselbe erst bei 201—204° schmelzende Osazon wie die nicht amidierte Hexose.

Mit diesen Erwägungen übereinstimmend ergab sich in der Tat, dass das Gummi nach viermaligem Ausfällen mit Alkohol nur noch Spuren von N enthielt, also praktisch stickstofffrei war.

Dagegen schäumte eine nur einmalig mit Alkohol gefällte Gummiprobe beim Oxydieren mit $HNO_3$, was auf einen gewissen Eiweissgehalt hindeutete. Diese Probe ergab dann in der Tat bei der Bestimmung nach KJELDAL einen N-Gehalt von 1,5 pCt. auf bei 100° getrocknetes, pulverisiertes Gummi berechnet. Indessen rührt dieser Gehalt von den noch reichlich im Gummi vorhandenen Bak-

---

1) Vgl. z. B. E. WINTERSTEIN und O. HIESTAND, Zur Kenntnis pflanzlicher Lecithine. HOPPE-SEYLER's Zeitschrift für physiologische Chemie XLVII, 1906, S. 496ff.

terienleibern her. Bei weiteren Auflösungen in Wasser und nachfolgenden Ausfällungen mit Alkohol bleiben die Bakterien in letzterem suspendiert. Der Unterschied des über dem Gumminiederschlag stehenden Alkohols in den einzelnen Fällungen, vom völlig trüben bis zum ganz klaren, ist sehr augenfällig. Es steht also nichts im Wege, das Gummi als reines, polymeres Zuckeranhydrid aufzufassen.

Bezüglich weiterer Einzelheiten über die Gummibildung dieses und anderer bakterieller, die Rinden von Pomaceen bewohnender Mikroorganismen verweise ich auf die späteren eingehenderen Darstellungen von ADERHOLD und mir.

Zum Schluss fasse ich die wichtigsten Punkte nochmals kurz zusammen:

1. *Bacillus spongiosus* Aderh. et Ruhl. bildet ein Gummi, welches aus reinem Arabin, ohne Beimischung von Galaktin oder von Hemicellulosen und stickstoffhaltigen Bestandteilen besteht.

2. Die Gummi ergebenden Zuckerquellen sind vor allem Rohrzucker und Raffinose. Dextrose allein gibt keine, Fruktose allein keine oder nur überaus geringe Gummibildung. Etwas günstiger wirkt Mannit. Mischungen beider Zucker, wie sie der invertierten Saccharose entsprechen, sind ganz unwirksam.

3. Wie bereits in einer vorläufigen Mitteilung von ADERHOLD und dem Verfasser gezeigt wurde[1]), vermag *Bacillus spongiosus* in Kirschenrinden sehr starke Gummiflusserscheinungen und damit im Zusammenhang stehende Krankheitsprozesse hervorzurufen. Das von der Kirsche gebildete Gummi ist durch seinen bedeutenden Gehalt an Galaktosegruppen als Arabin-Galaktingemisch chemisch deutlich von dem Bakteriengummi verschieden.

4. Der bakterielle Ursprung des Gummi der von GREIG SMITH untersuchten Phanerogamen ist nicht bewiesen und höchst unwahrscheinlich.

5. A priori lässt sich sehr wohl denken, dass in ausfliessenden zuckerreichen Säften höherer Pflanzen Gummistoffe durch hinzutretende Bakterien erzeugt werden. Dieser Fall würde besonders bei solchen Phanerogamen in die Augen springen, welche weder unter gewöhnlichen Verhältnissen, noch bei Verwundungen sonst Gummi oder ähnliche Substanzen hervorbringen. Bei den Amygdaleen jedenfalls haben wir ein in besonderen, anatomisch wohl charakterisierten Organen, den Gummilacunen, aus den Kohlenhydraten der Rinde von dieser selbst gebildetes Produkt vor uns.

1) Vgl. oben.

## 62. P. Magnus: Über eine Erkrankung des Weinstockes.

Eingegangen am 27. Juli 1906.

Von Herrn Ew. H. Rübsaamen, dem Oberleiter der staatlichen Reblausbekämpfung im Bezirke Remagen a. Rhein und von der Mosel, erhielt ich seit einigen Jahren ein weisses, stark verzweigtes, *Rhizomorpha* ähnliches Pilzmycel, dessen äusserste Verzweigungen sehr dünn und zart sind, während die älteren Stämme bis 2 *mm* Dicke erreichen. Sie waren von ihm und Herrn W. J. Langen häufig auf Weinbergen, namentlich bei der Mosel gefunden worden. Nach den eingesandten Stücken wächst diese *Rhizomorpha* in morschem Holze, sowie zwischen den auf und in dem Boden liegenden faulen Blättern und Pflanzenteilen und umspinnt die Wurzeln und Basalteile des Weinstockes selbst. Herr Rübsaamen sandte mir die Basalteile von Weinstockpfählen, die von der *Rhizomorpha* umsponnen waren, nebst den Basalteilen der benachbarten Weinstöcke, welche von den Rhizomorphen umsponnen waren. Ausserdem zeigten sich an vielen der eingesandten Exemplare morsche, im Boden liegende Zweig- oder Achsenstücke von den Rhizomorphen umsponnen.

Es lag zunächst nahe, an die Rhizomorphen von *Armillaria mellea* (Vahl) Fr. zu denken. Nach den Mitteilungen von Schnetzler, Dufour (Compte rendu des travaux présentés à la 69[me] session de la Société Helvétique des sciences naturelles, séances à Genève les 10, 11 et 12 août 1886, p. 101) und G. Wagner (Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, IX. Bd., Heft 2) tritt der Hallimasch mit seiner *Rhizomorpha* am Weinstocke auf. Aber schon der äussere Anblick der *Rhizomorpha* von den Weinbergen an der Mosel und am Rhein lässt sie als ganz verschieden von der *Rhizomorpha* der *Armillaria mellea* (Vahl) erkennen, da letztere in der Erde (*Rhizomorpha subterranea*) stets schwarz ist, während die *Rhizomorpha* in den Weinbergen ein blendend weisses Aussehen hat. Auch ist sie im allgemeinen weit dünner, da die stärksten Äste nur bis 2 *mm* Durchmesser haben. Vollends bestätigt wird diese Verschiedenheit durch den anatomischen Bau, da ihr die für *Rhizomorpha fragilis* charakteristische pseudoparenchymatische Rinde fehlt. Eine Art Rinde wird bei ihr nur dadurch gebildet, dass sich die englumigen peripherischen Hyphen der *Rhizomorpha*-Stränge etwas dichter und fester aneinander legen, als die medullären, etwas weiteren Hyphen. Sie weicht daher in ihrem Bau sehr ab von der *Rhizomorpha* der *Armillaria mellea*.

So lange ich keine Fruchtkörper erhielt, konnte ich wohl eine Ähnlichkeit mit den mir von mancherlei Pilzen bekannt gewordenen *Rhizomorpha*-ähnlichen Pilzsträngen mancher Basidiomyceten, wie z. B. mancher *Poria*-Arten (*P. Vaillantii*, *P. vaporaria*) oder *Phallus*, konstatieren, vermochte eber nicht anzugeben, zu welchem Pilze sie gehören mögen. Doch hatte ich schon 1905 einen von Herrn W. J. LANGEN bei Mehring a. Mosel gesammelten kleinen *Agaricus*-Fruchtkörper erhalten, der die Zugehörigkeit zu einer Agaricinee für die grosse Mehrzahl dieser Rhizomorphen unzweifelhaft machte. Aber erst in diesem Jahre erhielt ich von Herrn RÜBSAAMEN so viele schön entwickelte Hüte dieser Agaricinee im Zusammenhang mit der weissen *Rhizomorpha*, dass ich sie beschreiben konnte und nicht daran zweifeln kann, dass der bei weitem grösste Teil der beschriebenen weissen Rhizomorphen zu dieser Agaricinee gehört. Ich bestimmte sie zunächst für ein *Tricholoma*, mit welcher Gattung die weisse Farbe der Sporen, die buchtige Ausrandung der Lamellen bei ihrem Ansatze am Stiele und der in das Hutfleisch übergehende Stiel stimmen. Aber ich konnte in dieser Gattung keine mit ihr gut stimmende Art finden. Und erst durch die charakteristische Abbildung in COOKE, Illustrations of British Fungi (Hymenomycetes), Vol. II (London 1881—1883), Pl. 128, erkannte ich sie als *Collybia platyphylla* Fr. (= *Agaricus grammocephalus* Bull. 1792, welcher Name unbedingt die Priorität hat, wie schon SCHROETER in: „Die Pilze Schlesiens," Erste Hälfte, S. 645, ausführt, der ihn aber bei der Gattung *Agaricus* Sect. *Collybia* belässt. Ich wende hier den allgemeiner bekannten Namen an). Schon FRIES, der die Gattung *Collybia* ausser durch die oben von mir für die Stellung zu *Tricholoma* hervorgehobenen Charaktere noch hauptsächlich durch die knorpelige Beschaffenheit des Stieles charakterisiert, sagt in seinen Hymenomycetes Europaeï (1874), S. 109 hinter der Charakteristik der Sectio *Collybia*: Stipes in quibusdam v. c. *A. platyphyllo*, *pullo* etc. **mollior**, sed vegetatione, loco et habitu a *Tricholomatibus* facile dignoscuntur. — Wenn ich mich auch nach meiner subjektiven Erfahrung der letzteren Meinung nicht anschliessen kann und im Gegenteil finde, dass *Collybia platyphylla* Fr. manchen *Tricholoma*-Arten, z. B. *Tricholoma boreale* Fr., recht nahe steht, so mag hier doch die FRIES'sche Bezeichnung beibehalten werden.

Von dieser *Collybia platyphylla* Fr. ist bekannt, dass sie von einem *Rhizomorpha*-artigen Mycel im Boden entspringt. FRIES unterscheidet l. c. eine Subspecies „*repens* Fr.", charakterisiert durch: pileo carnosiore, depresso; stipite cavo, compresso, apice pruinato; mycelio loriformi repente (quod *Rhizomorpha xylostroma* Ach.). — Ich muss betonen, dass die von Herrn RÜBSAAMEN eingesandten, aus der weissen *Rhizomorpha* entsprungenen Hüte meist nicht einen

hohlen, sondern einen soliden Stiel hatten, der häufig an der Spitze nicht bereift war, auch war der Hut meist nicht niedergedrückt. Ich kann daher die Exemplare von Lieser a. d. Mosel nicht für die var. *repens* Fr. erklären, trotzdem sie aus der *Rhizomorpha* entspringen.

Ich habe schon oben kurz den anatomischen Bau der weissen *Rhizomorpha* von den Weinbergen besprochen und den Unterschied von der *Rhizomorpha* der *Armillaria mellea* hervorgehoben. Nachdem ich die aus ihr entspringende Agaricinee als *Collybia platyphylla* Fr. erkannt hatte, fand ich, dass V. FAYOD bereits eine anatomische Beschreibung dieser *Rhizomorpha* gegeben hat in seiner ausgezeichneten Arbeit: Histoire naturelle des Agaricinées (Ann. des sciences natur. Bot., VII$^{me}$ Série, Tome 9), p. 201, die mit meinem Befunde gut stimmt. Auch CH. BOMMER hat in seiner schönen Studie: Sclérotes et cordons mycéliens (Mémoires couronnés, publiés par l'Académie des sciences, des lettres et des beaux arts de Belgique, Tome LIV, 1894), p. 14—16, die Rhizomorphen von *Collybia platyphylla* Fr. beschrieben. Er beschreibt und bildet ab im Marke Bündel englumigerer Hyphen zwischen den weitlumigen Hyphen. Ich habe zwar im Marke auch weitere und engere Hyphen gefunden, aber nicht so häufig, wie BOMMER sie beschreibt und abbildet.

Es wurde schon oben erwähnt, dass die Weinpfähle stark von der weissen *Rhizomorpha* angegriffen werden und von dort auf die Wurzeln der Rebe übergehen. Herr RÜBSAAMEN schildert die Erscheinung so treffend in einem Schreiben, dass ich die bezügliche Stelle hier wörtlich wiedergebe. Er schreibt: „Tatsache ist, dass auch noch lebende Wurzeln der Weinrebe oft von den Pilzfäden umsponnen sind, und dass dort, wo der Pilz vorkommt, die Weinstöcke krank werden und eingehen. Derartige Stellen im Weinberge machen fast den Eindruck von Reblausherden, sodass eine gründliche Untersuchung der kranken Stöcke und ihrer Umgebung notwendig wird. Die Winzer pflanzen an die kranken Stöcke regelmässig wieder junge Stöcke und lassen die alten Pfähle meist stehen. Diese Art der Weinbergsausbesserung, die vulgär als „Ausflicken" bezeichnet wird, ist an der Mosel überall im Brauche, während man sie am Rhein nicht kennt. Das massenhafte Vorkommen des Pilzes[1]) an der Mosel ist ohne Zweifel auf diese Art des Ausbesserns zurückzuführen." — Man sieht daher, dass es dringend geboten ist, die alten Pfähle, die man weiter gebrauchen will, gründlich zu desinfizieren, bevor man die alten kränkelnden Weinstöcke durch neue jüngere ersetzt. Solches geschieht schon regelmässig in Frankreich, namentlich in der Champagne, zum Schutze vor den ampelophagen Mikrolepidopteren, wie J. DEWITZ im Centralblatt für Bakteriologie,

1) Damit sind zunächst die weissen Rhizomorphen gemeint.

Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, II. Abteilung, XV. Bd., S. 458 eingehend beschreibt.

Diese Erkrankung durch die *Rhizomorpha* der *Collybia platyphylla* Fr. ist von den Herren EW. H. RÜBSAAMEN und W. J. LANGEN viel an der Mosel und auch am Rhein beobachtet worden, so bei Mehring a. Mosel, Lieser a. Mosel, Kosten a. Mosel, Graach a. Mosel und bei Langenlonstein. — Aber auch anderwärts scheint sie aufzutreten. So teilte mir Herr Dr. VOLKART in Zürich, bei dem ich anfragte, ob ihm diese Erscheinung aus der Schweiz bekannt sei, brieflich mit, dass Herr Dr. H. SCHELLENBERG in Zürich schon oft solche Rhizomorphen an Rebpfählen aus Fichtenholz, freilich ohne Fruchtkörper, angetroffen habe. Und Herr Dr. VOLKART teilt mir ferner mit, dass in der Sammlung des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich eine meiner weissen *Rhizomorpha* vollständig gleiche *Rhizomorpha* sich befindet, die Dr. J. DUFOUR bei Regensburg im Kanton Zürich am 21. Juli 1886 gesammelt hat und die kleine Fruchtkörper einer Agaricinee trägt, die freilich nicht sicher erkennen lassen, ob wirklich die *Armillaria mellea* vorliegt. Es scheint demnach diese Erkrankung auch in der Schweiz öfter aufzutreten. Auch könnte sie wohl für *Armillaria mellea* öfter angesprochen worden sein.

Ich wies schon oben darauf hin, dass ähnliche rhizomorphoide Pilzstränge auch anderen Basidiomyceten eigen sind. Herr RÜBSAAMEN hat zwei solche Basidiomyceten in den Weinbergen bei Lieser a. Mosel gesammelt. Der eine wurde in zwei Stücken gesammelt und ist eine *Poria*, deren nähere Bestimmung ich bisher noch nicht wage. Der andere ist *Ithyphallus impudicus* (L.) Fr., dessen Mycelstränge wir durch die Untersuchungen von DE BARY, CH. BOMMER und GY. DE ISTVANFFI genau kennen und dessen Parasitismus auf dem Weinstocke letzterer in einer meisterhaften Untersuchung beschrieben hat (Annales de l'Institut central ampélologique royal Hongrois, Tome III, Livraison I, 1904). Auch dieser lag nur in zwei kleinen Stücken von den Weinbergen bei Lieser a Mosel vor. Den bei weitem grössten Teil bildeten schon 1905 die weissen Rhizomorphen der *Collybia platyphylla* Fr. und 1906 dieselben mit zahlreichen Hüten der *Collybia platyphylla* Fr.

Ausserdem fanden sich unter den Sendungen des Herrn RÜBSAAMEN noch zwei Basidiomyceten, die unmittelbar aus dem Weinstocke hervorgewachsen sind. Der eine ist *Collybia velutipes* (Curt.) Fr., der in einer rasigen Gruppe von sieben kleinen Hüten aus der Basis eines Weinstockes hervorgebrochen ist, die ebenfalls von der weissen *Rhizomorpha* der *Collybia platyphylla* Fr. umstrickt ist. Dass die weissen *Rhizomorpha*-Stränge nicht mit dem Rasen der *Collybia velutipes* zusammenhängen, lehrte leicht die Untersuchung. *Collybia velutipes* (Curt.) Fr. tritt bekanntlich an sehr vielen Bäumen auf, wie

HENNINGS in Hedwigia, Bd. XLII (1903), S. (235), spezieller angibt, wo übrigens der Weinstock nicht erwähnt ist. HENNINGS scheint nach seinen Beobachtungen an *Quercus palustris* und am Salicetum des Berliner Botanischen Gartens *Collybia velutipes* wenigstens für einen Wundparasiten zu halten, was seine Beobachtungen auch nahe legen. Über den hier vorliegenden Fall kann ich in bezug auf diesen Punkt kein Urteil abgeben. Jedenfalls tritt *Collybia velutipes*, wie bekannt, oft saprophytisch an alten toten Baumstrünken auf. Und so mag es sich auch hier verhalten.

Der zweite in zwei Stücken vorliegende Basidiomycet ist nach der gefälligen Bestimmung des Herrn Prof. P. HENNINGS der *Marasmius borealis* (Bull.) Fr. Er tritt auf abgefallenen oder noch hängenden abgestorbenen Zweigen von Laub- und Nadelholz auf, nach SCHROETER: Pilze Schlesiens, Erste Hälfte, S. 559. Er ist demnach nur als Saprophyt anzusehen.

Zum Schlusse sage ich noch Herrn EW. H. RÜBSAAMEN meinen besten Dank für sein mehrere Jahre ausdauerndes Interesse an dieser Frage.

BAND XXIV. JAHRGANG 1906. HEFT 8.

# BERICHTE

DER

# DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

VIERUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 8.

MIT TAFEL XIX.

AUSGEGEBEN AM 28. NOVEMBER 1906.

BERLIN,

GEBRÜDER BORNTRÆGER,

1906.

# Inhaltsangabe zu Heft 8.



**Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:**

**Freitag, den 30. November 1906,**

abends 7 Uhr,

**im Hörsaale des Schwendener'schen Botanischen Instituts,**

Dorotheenstr. 5, I.

# Sitzung vom 26. Oktober 1906.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

---

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

**Dennert,** Dr. **E.,** in **Godesberg a. Rh.** (durch K. GOEBEL und K. GIESENHAGEN),

**Wehrhahn, W.,** Lehrer in **Hannover,** Asternstr. 29 (durch H. CONWENTZ und CARL MÜLLER),

**Gassner,** Dr. **Gustav,** Hilfsarbeiter in der Kaiserl. Biologischen Anstalt in **Dahlem** (durch R. ADERHOLD und O. APPEL),

**Rehsteiner,** Dr. **Hugo,** Apotheker in **St. Gallen** (durch O. APPEL und P. MAGNUS).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert:

Fräulein **Kinschewsky,** Dr. **Olga,** in **Marienfelde,**
Herr **Leschnitzer,** Dr. **O.,** in **Posen.**

---

In gewohnter Weise fanden in der Sitzung die Wahlen der in Berlin tätigen Vorstandsmitglieder statt. Auf Antrag fanden die Wahlen durch Zuruf statt. Vom 1. Januar 1907 werden sein:

Herr L. KNY erster Vorsitzender,
„ A. ENGLER erster Stellvertreter desselben,
„ L. WITTMACK zweiter Stellvertreter,
„ O. REINHARDT erster Schriftführer,
„ E. KOEHNE zweiter „
„ G. LINDAU dritter „
„ OTTO MÜLLER Schatzmeister,
„ P. ASCHERSON
„ E. GILG
„ R. KOLKWITZ
} Mitglieder der Redaktionskommission.

Als Sekretär wird Herr CARL MÜLLER die Amtsgeschäfte der Gesellschaft fortführen.

---

Herr DIELS teilte das Ergebnis der vom Verein Deutscher Ingenieure eingeleiteten Beratungen über die „Rechtschreibung der naturwissenschaftlichen und technischen Fremdwörter“ mit. Es liegt nunmehr ein Verzeichnis der aufgestellten Regeln sowie derjenigen

Worte vor, welche entweder allein der wissenschaftlichen Sprache angehören und besonderer Rechtschreibung unterliegen, oder welche in wissenschaftlichen Werken anders als in volkstümlichen Schriften zu schreiben sind. Die Deutsche Botanische Gesellschaft wird den aus den Beratungen hervorgegangenen Beschlüssen beitreten, welche übrigens im grossen und ganzen der Rechtschreibung entsprechen, welche seit dem Erscheinen des XXI. Bandes unserer Berichte bereits befolgt worden ist.

# Mitteilungen.

## 63. E. Palla: Über Zellhautbildung kernloser Plasmateile.

Mit Tafel XIX.

Eingegangen am 15. August 1906.

### I.

In meiner Arbeit „Beobachtungen über Zellhautbildung an des Zellkernes beraubten Protoplasten" (Flora, 1890, S. 314—331) habe ich den Nachweis zu erbringen gesucht, dass kernlos gewordenem Plasma die Fähigkeit der Membranausscheidung erhalten bleiben kann. Die Versuche, die ich zur Erhärtung dieser Tatsache angestellt hatte, sind seither von zwei Seiten nachgeprüft worden. C. ACQUA, der ausschliesslich mit Pollenschläuchen operierte, konnte in seiner „Contribuzione alla conoscenza della cellula vegetale" (Malpighia, V, 1891, S. 1—39) das Hauptergebnis meiner Untersuchungen, dass Plasma auch nach dem Verluste seines Zellkernes noch Membran bilden kann, bestätigen, wie aus folgenden Stellen seiner Arbeit folgt: „Per ciò che riguarda il valore del nucleo nella formazione di una nuova parete io ebbi a confermare alcuni dei fatti trovati dal PALLA, e la possibilità che masse di plasma non nucleate possano rivestirsi di cellulosi (a. a O., S. 37); ..... Così vediamo ...... come dall' altro lato delle masse di questo (nämlich Plasma), quantunque non nucleate, siano capaci di compiere date funzioni, come di formare una nuova parete e forse anche di accrescersi" (a. a. O., S. 38). CH. O. TOWNSEND dagegen, der zu seinen Versuchen nicht bloss Pollenschläuche, sondern auch Rhizoide und andere lange Zellen benützte, bestreitet in seiner Arbeit „Der Einfluss des Zellkerns auf die Bildung der Zellhaut" (Jahrbücher für wissenschaft-

liche Botanik, XXX, 1897, S. 484—510), dass die kernlosen Plasmateile, welche bei meiner Versuchsanstellung Zellhaut bildeten, dem Einflusse des Zellkernes entzogen waren, und behauptet, dass in allen solchen Fällen das kernlose Plasma mit dem kernhaltigen durch dünne, von mir übersehene Verbindungsfäden im Zusammenhange stand; er kommt zu dem nachfolgenden Hauptergebnis: „Nach allen Erfahrungen ist zur Zellhautbildung der Einfluss des Zellkerns erforderlich. Dieser Einfluss kann auch nach kernfreien Cytoplasmamassen durch verbindende Plasmafäden übermittelt werden, und es bedarf erst der Zerstörung dieser, um Hautbildung an kernfreien Plasmaportionen zu sistieren" (a. a. O., S. 506–507). Ich gebe ohne weiteres zu, dass ich in meiner Arbeit bei den plasmolytischen Versuchen auf die tatsächlich in den allermeisten Fällen vorhandenen Verbindungsfäden zwischen den einzelnen Teilprotoplasten keine Rücksicht nahm und deshalb den Einwürfen TOWNSEND's gegen meine Resultate in diesen Fällen eine Berechtigung nicht abzusprechen ist; aber TOWNSEND hätte unmöglich die oben zitierten Sätze aussprechen können, wenn er jenen Teil meiner Arbeit aufmerksamer durchgelesen hätte, in welchem die Beobachtungen an Pollenschläuchen mitgeteilt sind, namentlich den Absatz über *Galanthus nivalis*, den ich deshalb hier wörtlich anführen will: „Die rasch wachsenden Pollenschläuche platzten sehr häufig an ihrer Spitze, wobei gewöhnlich sowohl der generative als auch der vegetative Zellkern mit ausgestossen wurden. In den meisten Fällen erhielt sich der im Schlauche verbliebene Protoplasmarest am Leben, auch wenn er ganz kernlos geworden war, und schloss sich gegen den verletzten Scheitel hin durch eine Cellulosekappe ab. Dann zerfiel er gewöhnlich in mehrere Teile, deren Länge häufig dem Abstande je zweier der hier, wie bekannt, typisch auftretenden Cellulosepfropfen entsprach; diese Teile kapselten sich oft sämtlich ein, das heisst, sie umgaben sich mit einer Zellhaut, oder es umkleideten sich wenigstens die der Schlauchspitze zunächst gelegenen Teile mit einer Cellulosemembran. Die ausgestossenen Plasmapartien gingen sofort zugrunde, mochten sie den einen oder beiderlei Zellkerne enthalten oder nicht" (a. a. O., S. 318; in der Originalarbeit ist der hier hervorgehobene letzte Satz nicht gesperrt gedruckt). Leider sind die früher angeführten Schlussfolgerungen TOWNSEND's seither in mehrere botanische Handbücher übernommen worden, so dass sich in der Literatur der Satz, ohne Kern keine Zellhautbildung, bereits fest einzubürgern beginnt. Diesem Irrtum durch Veröffentlichung neuer, einwandfreier Versuche zu begegnen, ist der Zweck der nachfolgenden Mitteilung. Als Versuchsobjekte dienten die Rhizoide von *Marchantia polymorpha* und die Brennhaare von *Urtica dioeca;* die Ergebnisse, die ich bei wiederholter Kultur mit Pollenschläuchen

verschiedener Monokotylen gewann, übergehe ich hier, denn sie gleichen vollständig denen, die ich in meiner früheren Arbeit mitgeteilt, und ich halte die sich an sie anknüpfende Frage für in meinem Sinne erledigt, da den negativen Ergebnissen TOWNSEND's meine und ACQUA's positive Resultate gegenüberstehen.[1])

## II. Marchantia polymorpha.

Dieses Lebermoos bietet in seinen Rhizoiden ein überaus günstiges Material dar für Experimente zur Entscheidung der Frage, ob die Zellhautbildung an die Anwesenheit des Kernes gebunden ist oder nicht. Kultiviert man die Pflanze in sehr feuchtem Raume, so sind die Spitzen der Rhizoide so empfindlich gegen Feuchtigkeitsschwankungen, dass die meisten sofort kollabieren, auch wenn man das Objekt noch so rasch aus dem feuchten Raume herausnimmt und in Wasser untertaucht. In sehr vielen Rhizoiden stirbt dann auch gleichzeitig das Plasma der Spitze ab, und da dieses Plasma stets auch den Kern führt, erhält man zahlreiche Rhizoide, in denen zwar noch der grösste Teil des Plasmas am Leben ist, die aber nur mehr einen toten Zellkern enthalten. Es ist klar, dass unter solchen Umständen die Rhizoide ein geradezu ideales Versuchsobjekt darstellen. Experimentiert wurde in folgender Weise. Ein *Marchantia*-Stück mit hinreichend langen Rhizoiden wurde rasch in eine zehnprozentige Rohrzuckerlösung übertragen, der wie schon in meinen früheren Versuchen 0,01 pCt. Kongorots und 0,01 pCt. doppelt-chromsauren Kalis zugesetzt waren. Dann wurden sofort mit einem scharfen Messer die Rhizoide möglichst nahe ihrer Basis von dem Pflanzenkörper abgetrennt und mikroskopisch durchsucht. Die geeigneten, nämlich solche mit lebendem Plasma, aber totem Zellkern, wurden isoliert und einzeln auf Objektträgern unter Deckglas in der Rohrzuckerlösung weiter belassen, welche den Protoplast bald in eine Anzahl von meist durch Verbindungsfäden miteinander im Zusammenhange stehenden Portionen zerteilte. In zahlreichen Fällen umgaben sich diese Plasmateile mit einer neuen Zellhaut (Fig. 1). Hiermit ist also der exakte Beweis erbracht, dass die Anwesenheit eines lebenden Zellkernes, und das ist zunächst das Wichtigste an der Frage, zur Zellhautbildung nicht erforderlich ist. Zu den Ver-

1) Erwähnt sei hier nur, dass ich an Pollenschläuchen von *Fritillaria imperialis* und *Meleagris*, die ich in zehnprozentiger, mit Kongorot versetzter Rohrzuckerlösung kultivierte, in überaus zahlreichen Fällen freiwilliges Platzen der Pollenschlauchspitze beobachtete, wobei sowohl der vegetative Kern wie die generative Zelle hinausgeworfen wurden; der vegetative Kern starb sofort ab, die generative Zelle erhielt sich eine Woche und darüber lang am Leben, ihre Leukoplaste ergrünten, aber zur Bildung einer Membran um die generative Zelle herum kam es nie; der generative Kern vermochte also hier nicht einmal die eigene Zelle zur Membranausscheidung zu veranlassen.

suchen wurden nur solche Rhizoide benützt, bei denen höchstens eine Viertelstunde seit dem Abtrennen von der Mutterpflanze verstrichen war; der tote Zellkern ist als solcher leicht zu erkennen, da er im Gegensatze zu dem lebenden scharf kreisförmig umschrieben ist und sich samt dem ihn umgebenden toten Plasma bald durch das Kongorot zu färben beginnt. Das Auftreten der neuen Zellwand wurde 6 bis 24 Stunden nach Einleitung des Versuches beobachtet.

Um die Frage zu entscheiden, ob das Plasma imstande ist, auch nach vollständiger Entfernung des Kernes eine Zellwand auszuscheiden, wurde in folgender Weise vorgegangen. Geeignete Rhizoide wurden nach ihrer Abtrennung von der *Marchantia*-Epidermis sofort je nach ihrer Länge in drei oder vier Teile zerschnitten, und jeder Teil nun für sich allein auf einem eigenen Objektträger in Zuckerlösung weiter kultiviert. Es ergab sich, dass bei einer ganz stattlichen Anzahl der Versuchsfälle auch das Plasma solcher Rhizoidstücke, welches gar keinen Kern führte, eine Zellhaut bildete (Fig. 2). Das Experimentieren in dieser Richtung ist naturgemäss etwas schwieriger als das vorher beschriebene Verfahren, da infolge des Zerschneidens des Rhizoids in mehrere Stücke häufig das Plasma aller erzielten Rhizoidteile sofort gänzlich abstirbt oder nur die Vakuolenwände lebend bleiben, welche aber niemals eine Zellhaut ausscheiden.

## Urtica dioeca.

Die Brennhaare dieser Pflanze sind für Versuche, von einer Zelle eine kernhaltige und eine kernlose Hälfte zu erhalten, sehr geeignet, da hier der Kern bekanntlich in dem unteren Teil des Haares sich befindet, welcher in dem von den benachbarten Epidermiszellen gebildeten Napf steckt. Die Versuche wurden folgendermassen angestellt. Das Brennhaar wurde an der Basis des Napfes mit einer Pincette gepackt und konnte nun von dem Stengel oder Blatte leicht abgerissen werden. Das isolierte Brennhaar kam sofort in die Zuckerlösung und wurde zunächst mikroskopisch daraufhin untersucht, ob der Kern der eigentlichen Brennhaarzelle vollständig in dem in dem Napfe verborgenen Fussstück lag, was meistens der Fall war; in den wenigen Fällen, in denen der Kern etwas über den Napf hervorragte, wurde selbstverständlich von der weiteren Verwendung solcher Brennhaare Abstand genommen. Nun wurde die Brennhaarzelle oberhalb des Napfes mit einem Skalpell durchschnitten und der obere, kernlose Teil, falls er lebend geblieben war, in Zuckerlösung auf einem Objektträger unter Deckglas weiter kultiviert; vorsichtshalber wurde nur dann zu einem Kulturversuche geschritten, wenn der mikroskopische Befund zeigte, dass auch das Plasma des Fussstückes lebend geblieben war und den Kern unverändert zeigte. Die Versuche wurden anfangs mit Brennhaaren

vorgenommen, die von ganz erwachsenen Stengeln und Blättern abgenommen waren; in keinem der zahlreich angestellten Versuche konnte ich eine Neubildung der Zellwand um den kernlosen Protoplast herum feststellen. Anders jedoch, als ich Brennhaare von noch stark jugendlichen Blättern verwendete; bei diesen traten an dem der Schnittseite zugekehrten Teile des kernlosen Plasmas nicht selten Kappen auf, die bisweilen eine recht beträchtliche Dicke erreichten (Fig. 3 und 4). Die neugebildeten Membranen wurden hier und ebenso bei *Marchantia* durch das Kongorot der Zuckerlösung schon bei ihrer Entstehung schön rot gefärbt.

## III.

Die in II. angeführten Versuche, die mit allen Kautelen angestellt wurden, erweisen also klar, dass Plasma auch nach vollständigem Verluste seines Zellkernes eine Membran bilden kann. Diese Erkenntnis kann wohl nach dem, was wir heutzutage bereits über die Differenzierung des Plasmakörpers und die Verteilung einiger Hauptfunktionen auf seine einzelnen Organe wissen, nicht überraschend sein; eher müsste uns ein gegenteiliges Ergebnis befremden, wenn ohne den Kern eine Zellhautbildung nicht möglich wäre. Die Ausscheidung einer Membran erfolgt um den Protoplast herum, und es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass sie eine uralte Eigenschaft des Plasmas darstellt. Deshalb, glaube ich, befriedigt es unser Kausalbedürfnis besser, wenn wir die äussere Hautschicht als ein selbständiges, an und für sich vom Zellkern unabhängiges Organ für Zellhautbildung betrachten, als wenn wir eine, wie aber meine Versuche zeigen, tatsächlich nicht vorhandene vollständige Abhängigkeit der Zellhautbildung von der Kerntätigkeit annehmen. Allerdings gibt es Beziehungen zwischen der Membranbildung und der Zellkerntätigkeit, wie dies die bekannten Untersuchungen Haberlandt's[1]) erweisen; aber diese Beziehungen können nach der nun festgestellten Möglichkeit einer Zellhautbildung ohne Anwesenheit eines Zellkernes nur indirekte sein und dürften wohl jener Kategorie angehören, die der Zellkern als ein Zentralorgan des Protoplasts mit allen übrigen Organen desselben unterhält, indem es je nach Bedürfnis die selbständige Funktionstätigkeit eines Organes enorm steigert oder unter Umständen auch gänzlich sistiert.

Wie das Experiment zeigt, gelingt es nur bei bestimmten Ob-

1) „Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen" (Jena 1887). — „Über Einkapselung des Protoplasmas mit Rücksicht auf die Funktion des Zellkernes" (Sitzungsber. der k. Akad. der W. in Wien. Bd. XCVIII. 1889).

jekten leicht, an kernlos gewordenem Plasma Zellhautbildung zu beobachten, und ich will es hier in Kürze versuchen, eine plausible Erklärung für diese Erscheinung zu geben. Die Zellen, bei denen man mit einer gewissen Bestimmtheit auf ein positives Ergebnis rechnen kann, sind in mehr oder minder lebhaftem Längen- oder Dickenwachstum begriffen. Wenn nun solche Zellen isoliert werden und ihr Plasma trotzdem, sogar nach dem Verluste so wichtiger Organe, wie es der Zellkern ist, fortfährt, Zellhaut auszuscheiden, so spricht das nach meiner Meinung entschieden dafür, dass in diesen Zellen in mehr oder weniger dichter Anhäufung ein Stoff enthalten ist, aus dem das periphere Plasma die Zellhaut bildet.[1]) Verschiedene Tatsachen geben dieser Ansicht hinreichende Stütze. Die reichlichste Kapselbildung seitens isolierter Plasmamassen erzielt man bei Pollenschläuchen; das Wachstum der Pollenschläuche erfolgt aber in Kulturen wohl ausschliesslich auf Kosten der so reichlich im Pollenkorn gespeicherten Reservesubstanzen, und diese selbst wieder werden grösstenteils zur Bildung der Wand aufgebraucht. An isolierten *Marchantia*-Rhizoiden kapselt sich nach meinen Beobachtungen meist nur das Plasma des Spitzenteiles ein; hier also, an dem Orte des ausgiebigsten Längen- und Dickenwachstums, findet eine lokale Speicherung des zur Zellhautbildung verwendbaren Stoffes statt. An Wurzelhaaren dagegen, die im Zusammenhange mit ihrer Wurzel der Plasmolyse in Zuckerlösung unterworfen wurden, konnte ich die Wahrnehmung machen, „dass gerade der am Grunde der Zelle befindliche und bei hinreichender Länge des Wurzelhaares stets kernlose Teilprotoplast am häufigsten die Erscheinung der Einkapselung zeigte und eine verhältnismässig dicke Membran ausbildete“ (a. a. O., S. 324), während die übrigen Plasmaportionen sich nicht einkapselten oder nur dünne Membranen ausbildeten; in diesen Fällen haben wir eine während des Experimentes fortdauernde Einwanderung der zur Membranbildung verwendeten Substanz aus dem Wurzelkörper in die Basis des Wurzelhaares anzunehmen. Bezüglich *Urtica dioeca* habe ich darauf hingewiesen, dass ich mit Brennhaaren ausgewachsener Blätter und Stengel keine Resultate erzielen konnte, wohl aber mit solchen jugendlicher Blätter. Als ich in diesem Frühjahr ein grosszelliges *Oedogonium* in grösserer Menge in Zuckerlösung legte, zeigten am nächsten Tage alle Zellen mit Ringbildung ausgiebige Einkapselungserscheinungen, während die kontrahierten Protoplaste der nicht in Teilung begriffenen Zellen noch membranlos waren. Diese Beispiele dürften genügen, mit einer gewissen Berechtigung folgenden Satz aussprechen zu können: Isolierte

1) Die Jugend der Zelle allein für die Erscheinung verantwortlich zu machen, hätte wohl keinen Sinn; auch können alte Zellen unter Umständen Membran ausscheiden.

Plasmapartien werden stets auch dann noch, wenn sie kernlos geworden sind, eine Zellhaut ausbilden können, wenn sie zur Zeit ihrer Isolierung einen zur Membranbildung verwendbaren Stoff als Reservesubstanz enthalten.

Graz, Botanisches Institut der Universität.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 und 2: Rhizoide von *Marchantia polymorpha*. Vergr. 170.

„ 1. Ende eines Rhizoids mit eingekapseltem Plasma. Zellkern (*z*) gleich am Anfange des Versuches abgestorben. Beginn der Kapselbildung etwa 12 Stunden nach der Einleitung des Versuches.

„ 2. Das End- (I) und Mittelstück (II) eines in drei Teile geteilten Rhizoids, mit Kapseln; jeder Teil für sich auf einem eigenen Objektträger kultiviert (Das nicht eingezeichnete Basalstück, das so lang war wie I und II zusammen, bildete keine Kapseln aus). Der in dem Endstück sitzende Zellkern schon beim Beginn des Versuches abgestorben.

„ 3 und 4: Brennhaare junger Blätter von *Urtica dioeca*. Vergr. 90.

„ 3. Kernloses Teilstück, das sich gegen das abgestorbene Plasma der Wundstelle durch eine dünne Kappe (*k*) abschloss; nach Ausbildung der Kappe kontrahierte sich das Plasma unter dem Einflusse der Zuckerlösung und zerfiel in mehrere durch Verbindungsfäden im Zusammenhange stehende Teile, die aber keine Zellhaut mehr ausbildeten.

„ 4. Kernloses Teilstück mit dicker Kappe.

(Die Fig. 3 und 4 nach Präparaten mit noch lebendem Plasma gezeichnet, die Fig. 1 und 2 nach solchen, bei denen auch schon das eingekapselte Plasma abgestorben war und sich nun von der Wand abhob).

# 64. R. Ewert: Die Parthenokarpie der Obstbäume.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 21. August 1906.

In meiner in den Landwirtschaftlichen Jahrbüchern im Jahre 1906 publizierten Arbeit: „Blütenbiologie und Tragbarkeit der Obstbäume“ habe ich bereits ausgesprochen, dass die WAITE'sche Einteilung unserer Obstbäume in selbstfertile und selbststerile Sorten einer Revision bedürfe, da aller Wahrscheinlichkeit nach wie bei der Gurke und anderen Pflanzen auch bei den Obstbäumen Fruchtansatz ohne vorangegangene Bestäubung vorkäme.

Bei meinen neuesten Versuchen vom Jahre 1906 lag mir daher vornehmlich daran, die eventuelle Identität von Selbstfertilität und

Parthenokarpie festzustellen. Das geschah bei Äpfeln und Birnen in der Weise, dass ich bei ein und derselben Sorte

1. die Fremdbestäubung verhinderte,
2. jede wirksame Bestäubung ausschloss,
3. die Fremdbestäubung ermöglichte.

Ich erhielt nun bei meinen Versuchen mit der Apfelsorte Cellini in den ersten beiden Fällen kernlose[1]) Früchte, welche zum Teil über 100 *g* wogen, während ich im dritten Falle kernhaltige Früchte erzielte, die etwas flacher gebaut waren wie erstere. Ein in gleicher Weise angestellter Versuch mit der Birnsorte Clairgeau ergab ganz ähnliche Resultate, doch zeigte sich bei den im Falle 1 und 2 entstandenen Früchten anfangs noch ein Wachstum der Samenknospe, das schliesslich aber nur zur Bildung verkümmerter Samen führte, während im Falle 3 auch hier Früchte mit Kernen von normaler Grösse geerntet wurden.

An einer ganzen Reihe freistehender Apfel- und Birnbäume wurden auch verschiedene andere Sorten auf ihre Fähigkeit, „Jungfernfrüchte“ zu bilden, geprüft. Bei den Äpfeln verliefen die entsprechend angestellten Versuche nicht immer ganz glatt; so enthielten z. B. bei der Winter-Goldparmäne im August abgenommene Probefrüchte zum Teil Kerne. Dass in letzterem Falle Parthenogenesis vorliegt, ist möglich, aber nicht wahrscheinlich, wohl aber ist nicht ausgeschlossen, dass bei manchen Apfelsorten wie bei den Birnen auch ohne Befruchtung noch ein anfängliches Wachstum der Samenknospen stattfinden kann. Inwieweit Zufälligkeiten mitgespielt haben, lässt sich vorläufig noch nicht übersehen.

Bei den Birnen, bei welchen ich die Befruchtung in derselben Weise wie bei den Äpfeln verhinderte, erhielt ich nach Untersuchung der ebenfalls im August in grösserer Zahl abgenommenen Probefrüchte nur Früchte mit verkümmerten Kernen, während die Vergleichsbäume derselben Sorte, bei denen die Befruchtung nicht ausgeschlossen war, stets Kerne von normaler Grösse enthielten.

Die Ausbeute der in ziemlichem Umfange angestellten Versuche ist so gross, dass es einiger Zeit bedarf, um das ganze Material zu sichten. Soviel darf aber schon jetzt als sicher angenommen werden, dass die verschiedenen Apfel- und Birnsorten bei Verhinderung der Bestäubung

1. überhaupt keine Früchte,
2. verkümmerte oder missgestaltete Früchte,
3. Früchte von normaler Grösse

zu liefern vermögen.

---

1) Nach den bisherigen zahlreichen Probenahmen enthielt nur eine Frucht einen Kern, und zwar im Falle 2.

Ob es neben der Parthenokarpie noch Selbstfertilität gibt, bedarf noch einer näheren Untersuchung. Jedenfalls stimmen meine ohne Bestäubung erzielten Früchte sowohl in der Form, als auch bezüglich ihres Kerngehaltes so sehr mit den Früchten, die WAITE bei seinen selbstfertilen Sorten unter Ausschluss der Fremdbestäubung erhielt, überein, dass anzunehmen ist, dass Parthenokarpie und Selbstfertilität sich in den meisten Fällen deckt.

Neben dem wissenschaftlichen Interesse, welches die Parthenokarpie unserer Obstbäume bietet — dieselbe erstreckt sich nach meinen bisherigen Versuchen auch auf das Steinobst — kommt auch eine praktische Frage in Betracht, nämlich die Beurteilung der absoluten Fruchtbarkeit der Obstsorte. Aller Wahrscheinlichkeit nach gibt es eine grosse Anzahl von Apfel- und Birnsorten, die ohne Bestäubung einen ebenso guten oder fast ebenso guten Fruchtansatz aufweisen können wie mit Bestäubung, und gerade solche Sorten würden in Frage kommen, wenn man z. B., wie man jetzt allgemein bestrebt ist, einige wenige Sorten in grösseren Massen anbaut, da in solchen Fällen die Fremdbestäubung sehr erschwert ist.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass die Ergebnisse der WAITEschen Untersuchungen keine allgemeine Gültigkeit beanspruchen können, weil bei denselben das jeden Organismus beherrschende Gesetz von der Korrelation seiner Teile nicht berücksichtigt worden ist, da WAITE meines Wissens immer nur mit einzelnen Teilen eines Baumes operiert hat. Dieses wichtige Gesetz verdient hier besonders deswegen Beachtung, weil die kernlosen Fruchtanlagen gegenüber den kernhaltigen am gleichen Baum beim Kampf um die organische Nahrung die schwächeren sind und schon aus diesem Grunde häufig abfallen. Bei meinen Versuchen sind daher alle Blüten eines Baumes stets den gleichen Bedingungen unterworfen worden, sofern ich nicht absichtlich die Wechselwirkung zwischen kernlosen und kernhaltigen Fruchtanlagen feststellen wollte.

---

## 65. Erwin Baur: Weitere Mitteilungen über die infektiöse Chlorose der Malvaceen und über einige analoge Erscheinungen bei Ligustrum und Laburnum.

Eingegangen am 2. Oktober 1906.

Meine Untersuchungen[1]) über die durch Pfropfung von einem Individuum auf ein anderes übertragbare „Panaschierung“ der Malvaceen hatten ergeben, dass, wie schon früher verschiedene

1) E. BAUR, Über die infektiöse Chlorose der Malvaceen. In Sitzungsber. d. Kgl. preuss. Akad. d. Wissensch. 1906, S. 11.

Autoren vermutet hatten, diese Buntblätterigkeit völlig verschieden ist von den anderen, äusserlich ähnlichen Erscheinungen, die man als Variegatio, Albicatio usw. zu bezeichnen pflegt.

Eine Pflanze kann das Merkmal, die Eigenschaft haben, weiss- oder gelbgefleckte, -gestreifte, -gerandete oder ganz gelbe Blätter zu produzieren, die Buntblätterigkeit ist dann ein Sippenmerkma so gut wie jedes andere, wie Blattform, Blütenfarbe usw. Derartige buntblätterige Sippen können, wie z. B. manche „*Aurea*"-Formen, völlig samenbeständig sein, in anderen Fällen wieder tritt auch nach sorgfältiger Reinzüchtung die Buntblätterigkeit stets nur bei einem gewissen Prozentsatze der Individuen der fraglichen Sippe in Erscheinung. Diese Buntblätterigkeit, für die ich weiterhin vorläufig die Bezeichnung Albicatio[1]) gebrauchen werde, tritt als neues Merkmal in sonst rein grünen Sippen ziemlich häufig in Form von Knospen- oder Sämlingsmutation auf.

Die von mir als infektiöse Chlorose dieser Albicatio gegenübergestellte Art der Buntblätterigkeit ist kein Sippenmerkmal, die betreffenden Pflanzen sind und bleiben nur deswegen buntblätterig, weil in den bunten Stellen ihrer Blätter im Lichte ein vorläufig noch nicht näher bekannter Stoff entsteht, der die sämtlichen embryonalen Blätter der betreffenden Pflanze und auch anderer mit ihr in Pfropfsymbiose lebender Pflanzen so affiziert, dass sie später ebenfalls zu buntfleckigen Blättern werden, die dann — ausgewachsen — auch ihrerseits denselben eigenartigen Stoff produzieren. Also nur deshalb, weil die jungen, sich entwickelnden Blätter beständig von den schon vorhandenen alten aus infiziert werden, bleiben diese infektiös chlorotischen Pflanzen selber und in ihrer vegetativen Nachkommenschaft buntblätterig, sie bilden aber grüne Blätter aus, sobald man durch Verdunkeln der alten, ausgewachsenen, bunten Blätter oder durch eine andere gleichsinnige Methode[2]) die Infektion der jungen Blätter verhindert. Eine durch eine derartige Kur grünblätterig gemachte Pflanze bleibt dauernd grün, kann aber durch Pfropfsymbiose mit einer bunten wieder bunt gemacht werden. Während es sich also bei der Albicatio um ein Sippenmerkmal, um eine der betreffenden Pflanze inhärente, erblich fixierte Eigenschaft handelt, ist die infektiöse Chlorose ein Zustand, in den jedes be-

---

1) Es kann dies aber nur eine ganz vorläufige Zusammenfassung sein, in Wirklichkeit handelt es sich auch bei dieser „Albicatio" noch um eine Gruppe von unter sich völlig verschiedenartigen Erscheinungen. Die gelbbunten *Amarantus*-Varietäten, die *Aurea*-Varietäten von *Papaver Rhoeas*, die weissrandigen Sippen von *Acer Negundo* repräsentieren z. B. schon drei ganz verschiedenartige Typen, verschieden sowohl anatomisch, als vor allem in bezug auf ihre Beeinflussbarkeit durch äussere Faktoren, in bezug auf ihre Vererbbarkeit usw. Ich werde auf diese Fragen bei einer anderen Gelegenheit zu sprechen kommen.

2) Vgl. BAUR, l. c. 1906, S. 20.

liebige Individuum der dafür empfänglichen Spezies jederzeit gebracht werden kann, in dem es dann selber und in seiner vegetativen Nachkommenschaft, sich selbst überlassen, dauernd verbleibt, von dem man aber auch durch geeignete Behandlung jederzeit jedes Individuum wieder befreien kann.

Über einige neue mit solchen infektiös chlorotischen Pflanzen im vergangenen Sommer angestellte Versuche möchte ich im Folgenden vorläufig kurz berichten.

## 1. Eine immune Sippe von Abutilon striatum Dicks.

In meiner letzten Mitteilung habe ich schon kurz erwähnt, dass gelegentlich auf infektiös chlorotischen Malvaceen ohne erkennbaren Grund rein grüne Sprosse sich entwickeln, die trotz des Zusammenhanges mit dem bunten Mutterstocke dauernd grün bleiben. Ein derartiger Fall war mir im Sommer 1904 vorgekommen. Zwei im Juli an einem ins Freie ausgepflanzten, stark buntblätterigen Exemplare von *Abutilon striatum* Dicks. (*A. Thompsoni* hort.) austreibende Knospen waren von vornherein rein grünblätterig und blieben es bis zum Herbste, während die übrigen Zweige der Pflanze, die sehr sonnig stand, nur intensiv bunte Blätter entwickelten. Von einem solchen vergrünten Aste machte ich mir zwei Stecklinge und erzog mir weiterhin daraus durch Stecklingsvermehrung eine Reihe kräftiger grüner *Striatum*-Pflanzen. Diese sämtlichen so gewonnenen Exemplare sind immun gegen die infektiöse Chlorose, während sonst grüne *Striatum*-Pflanzen stets stark empfänglich sind. Ich habe Zweige dieser immunen Exemplare auf verschiedene infektiös chlorotische Malvaceen gepfropft, ohne dass eine Ansteckung erfolgt wäre. Wir haben danach in den Abkömmlingen der genannten vergrünten Zweige eine neu entstandene Sippe vor uns, die sich durch ihre Immunität gegen die infektiöse Chlorose von dem gewöhnlichen *A. striatum* unterscheidet. Ob diese Sippe samenbeständig ist, habe ich nicht prüfen können. Die sämtlichen Exemplare von *A. striatum* des Berliner Universitätsgartens mit Einschluss der bunten *Thompsoni*-Pflanzen setzen, miteinander befruchtet, niemals Samen an, obwohl sie, wie Bastardierungsversuche zeigen, vollkommen normal entwickelte, funktionsfähige Eizellen und Pollenkörner haben. Die sämtlichen Exemplare sind wohl durch vegetative Vermehrung aus einem und demselben Stocke gewonnen, und Sexualzellen, die der gleichen Mutterpflanze entstammen, befruchten sich nach F. MÜLLER's[1]) Beobachtungen bei den meisten *Abutilon*-Arten nicht.

1) H. MÜLLER, Die Befruchtung der Blumen durch Insekten. Leipzig 1873. S. 173.

## 2. Die Immunität von Lavatera arborea L.

Durch die Versuche früherer Autoren, vor allem LINDEMUTH's, ist festgestellt worden, dass zwar eine grosse Anzahl von Arten und Gattungen der Malvaceen auf dem Wege der Pfropfinfektion mit der infektiösen Chlorose angesteckt werden können, dass es aber auch andererseits viele Arten gibt, die trotz langdauernder Pfropfsymbiose mit bunten Pflanzen die Buntblätterigkeit nicht annehmen, also immun sind. Ich selbst habe dann darauf hingewiesen, dass diese Immunität verschiedener Art sein könne. Sie kann entweder darauf beruhen, dass aus irgend welchen Gründen das Virus nicht in diese Pflanzen eindringt, oder das Virus dringt zwar ein, wird aber durch eine Art Antitoxin im weitesten Sinne des Wortes unwirksam gemacht, drittens schliesslich kann das Virus zwar eindringen, wird auch nicht irgendwie neutralisiert, aber dafür verhalten sich die betreffenden Pflanzen ganz indifferent, wie das Huhn z. B. gegen Tetanustoxin.

Für die immunen Sippen von *Abutilon arboreum* trifft, wie ich durch einen einfachen Versuch hatte feststellen können, die unter 3. genannte Möglichkeit zu: Pfropft man nämlich auf einen immunen *A. arboreum* ein buntes Reis, z. B. von *A. Thompsoni*, und auf einen anderen Zweig der gleichen Unterlage ein Reis von *A. indicum*, so wird das *Indicum*-Reis durch die immune und deshalb grünbleibende *Arboreum*-Unterlage hindurch von dem *Thompsoni*-Reis infiziert. Genau so wie immune *Arboreum*-Pflanzen leiten auch die oben unter 1. erwähnten immunen *Striatum*-Pflanzen das Virus weiter; ich habe im vergangenen Sommer die entsprechenden Versuche gemacht.

Aber nicht alle immunen Malvaceen scheinen sich so zu verhalten. Eine immune Sippe von *Lavatera arborea* L. liess wenigstens in drei Versuchen, wo ich auf einen Zweig *A. Thompsoni*, auf einen anderen *A. indicum* aufgepfropft hatte, das Virus nicht passieren, auch bei einer anderen Versuchsanordnung, als ich das *Thompsoni*- und das *Indicum*-Reis auf denselben *Lavatera*-Zweig aufpfropfte, so dass nur ein 1 *cm* langes Stück *Lavatera* zwischen die beiden Reiser eingeschaltet war, blieb das *Indicum*-Reis, solange ich die Pflanze beobachten konnte (11 Monate lang), völlig unbeeinflusst.

## 3. Der Einfluss des Lichtes auf die Entstehung des Virus in den Blättern.

Meine letztjährigen Versuche hatten ergeben, dass nur in belichteten bunten Blättern das Virus produziert wird, das die neuentstehenden Blätter bunt macht. Verdunkelt man die alten bunten Blätter einer infektiös chlorotischen Malvacee, so entstehen an den Vegetationspunkten nach einiger Zeit nur noch rein grüne Blätter,

einerlei, ob die Vegetationspunkte selber im Licht oder im Dunkeln sich befinden. Durch alleinige Verdunkelung der neuentstehenden Blätter wird dagegen ihre Infektion nicht verhindert.

Man kann die Entstehung von neuem Virus auch schon verhindern, wenn man die Versuchspflanzen nicht völlig dunkel stellt, sondern nur sehr gedämpftes Licht einwirken lässt. Ich verwendete für meine Versuche eine mit einem schwarzen Tuchvorhange verschliessbare, grosse Holzkiste; auch wenn ich in dem Vorhang einen Spalt offen liess, so dass die Versuchspflanzen noch eine gewisse Lichtmenge empfingen, die so gross war, dass die jungen Blätter gerade eben noch ergrünten und etwas assimilierten, wurde die Virusproduktion schon verhindert, die betreffenden Pflanzen wurden ebenso rasch rein grünblätterig, wie wenn sie völlig verdunkelt gewesen wären.

Hält man infektiös chlorotische Malvaceen lange Zeit im Schatten, im Freien unter dichtem Gebüsch oder im Gewächshaus im Schatten dichtlaubiger Pflanzen, wo aber immerhin noch soviel Licht zutritt, dass die Pflanzen noch kräftig wachsen und nur wenig etiolieren, so sind die gelben Flecken auf den neu entstehenden Blättern allmählich immer kleiner und spärlicher, die Blätter zeigen schliesslich nur noch ganz vereinzelte gelbe Fleckchen, und im Laufe einiger Monate kann man sogar rein grüne Pflanzen erhalten. Je kurzlebiger an den Versuchspflanzen die Blätter sind, desto rascher geht das Vergrünen vor sich; bleiben die noch unter dem Einfluss der früheren besseren Belichtung intensiv bunt gebildeten ältesten Blätter lange in Tätigkeit, so werden auch die weiterhin entstehenden Blätter noch lange relativ stark bunt gebildet, ein Fortschritt im Vergrünungsprozess erfolgt bei gleichbleibender Helligkeit erst mit dem Abfallen der stark bunten ältesten Blätter. Daraus folgt wohl, dass die Menge des in einer bunten Pflanze entstehenden Virus[1]) abhängig ist erstens von der Belichtungsintensität und zweitens von der Grösse der gelben Flecken in den tätigen Blättern.

Es war danach von Interesse, festzustellen, ob man dementsprechend durch gesteigerte Beleuchtung die Virusproduktion so steigern kann, dass schliesslich die neuen Blätter nicht bloss gelbfleckig, sondern ganz gelb gebildet werden. Einige ganz roh angestellte Versuche ergaben, dass in einer Reihe von *Abutilon*-Pflanzen, von denen eine erste Gruppe nie Sonne, aber sonst von etwa ein Viertel des Himmels zerstreutes Licht, eine zweite Gruppe nur vormittags Sonne, sonst von etwa der Hälfte des Himmels zerstreutes Licht, und eine dritte Gruppe endlich den ganzen Tag Sonne und fast vom ganzen Himmel zerstreutes Licht bekam, die

1) Messbar durch den Grad der Buntheit der neu entstehenden Blätter.

erste Gruppe zwar deutlich weniger bunt wuchs als die beiden letzteren Gruppen, aber schon zwischen diesen beiden selbst war kein Unterschied mehr erkennbar. Die Versuche waren dabei zwei Monate, Juni und Juli, im Gang; Versuchspflanze war *Abutilon Thompsoni*. Es gibt wohl ein für jede Malvaceensippe verschiedenes bestimmtes Maximum von Buntheit; wenn das erreicht ist, dann bewirkt auch eine noch weiter gesteigerte Belichtung keine weitere Verschiebung im Verhältnis zwischen den gelben und den grünen Blattpartien.

Einigermassen klare Resultate ergaben auch Kulturversuche in blaugrünem und in gelbrotem Lichte. Ich verwendete für diese Zwecke kleine nach dem Muster der von KLEBS[1]) beschriebenen angefertigte Glashäuschen, eines aus rotem Überfangglas, ein anderes aus blaugrünem Glase. Die Gläser stimmen nach dem spektroskopischen Befunde ungefähr mit den von KLEBS verwendeten überein. Das blaue Glas lässt zwar einen kleinen Teil des Gelb mit durch, aber so wenig, dass er vernachlässigt werden kann. Die Häuschen standen im Universitätsgarten, so dass sie vormittags für einige Stunden besonnt wurden, im übrigen im Schatten von Bäumen waren. Im roten Hause wuchsen die *Abutilon*-Pflanzen sehr stark etioliert und rasch, im blauen Hause war die Form der Pflanzen fast die gleiche wie bei Kultur in weissem Lichte, die Pflanzen wuchsen aber beträchtlich langsamer. Bunt blieben die Pflanzen in beiden Häuschen auch nach dreimonatlicher Kultur, aber im blauen deutlich weniger als im roten. Danach findet also die Virusproduktion in beiden Spektralhälften statt, denn das Buntbleiben der Versuchspflanzen im blauen Häuschen kann nicht auf Rechnung der geringen Menge gelben Lichtes gesetzt werden, die das verwendete blaugrüne Glas noch durchliess; Pflanzen, die in einem entsprechenden schwachen, rotgelben Lichte gehalten wurden, verhielten sich ganz so wie völlig verdunkelte.

Darüber, ob und wie die Virusproduktion mit dem $CO_2$-Assimilationsprozesse irgendwie zusammenhängt, wie es der Einfluss des Lichtes wahrscheinlich macht, habe ich nichts feststellen können. Der naheliegende Versuch, bunte *Abutilon*-Pflanzen lange Zeit in $CO_2$-freier Luft zu kultivieren, liess sich nicht ausführen. Die Versuchspflanzen warfen stets schon nach wenigen Tagen die Blätter ab, und damit war der Versuch jeweils auf den alten Zurückschneidungsversuch zurückgeführt, sein Ausfall konnte für die jetzige Frage nichts entscheiden.

1) KLEBS, Jahrbücher für wissensch. Botanik, 42, S. 197.

## 4. Versuche über die Samenbeständigkeit der infektiösen Chlorose.

Alle bisher, vor allem wieder von LINDEMUTH, gemachten Beobachtungen an Sämlingen bunter Malvaceen ergeben übereinstimmend, dass eine Infektion der Embryonen von der Mutterpflanze her nie vorkommt. Auch bei einer Aussaat von Samen einer bunten *Kitaibelia vitifolia*, die etwa 300 Keimpflanzen ergab, fand ich kein infiziertes junges Pflänzchen. Ebenso erhielt ich von etwa 70 Samen eines sehr stark bunten Exemplares von *Abutilon indicum*, der für die infektiöse Chlorose wohl am meisten empfänglichen und durch sie am meisten geschädigten Malvacee, nur grüne Keimlinge. Die Samen keimten dabei rasch, genau wie die von grünen Mutterpflanzen, erwiesen sich aber nicht alle als keimfähig, ich erhielt im Ganzen nur etwa 50 Keimpflanzen.

## 5. Infektiöse Chlorosen in anderen Pflanzenfamilien.

Darüber, ob die zahllosen panaschierten Varietäten von sonst grünblätterigen Pflanzen, die wir in Gärtnereien und Baumschulen, aber auch wildwachsend beobachten können, wirkliche albikate Sippen sind, oder ob es sich nicht auch vielfach um infektiöse Chlorosen handelt, wissen wir sehr wenig. Es sind zwar, namentlich in der gärtnerischen Literatur, eine grosse Zahl von gelegentlichen Beobachtungen mitgeteilt, dass von einem bunten Edelreise aus eine bis dahin grüne Unterlage mit der Buntblätterigkeit angesteckt worden sei. Aber leider ist es durchweg nicht möglich, mit Sicherheit festzustellen, auf welche von den mancherlei schon äusserlich verschiedenen panaschierten Varietäten der betreffenden Pflanze sich die Angabe bezieht, und dann vor allem handelt es sich meist um zufällige Beobachtungen botanisch kaum geschulter Gärtner oder Laien, die wohl häufig aus einem post hoc ganz unberechtigt den Schluss auf ein propter hoc zogen. Man kann leicht feststellen, dass an Sträuchern und Bäumen, die zum Zwecke der Veredelung oder aus einem anderen Grunde stark zurückgeschnitten worden waren, besonders häufig buntblätterige, nicht infektiöse Zweige entstehen. Wenn also auch einmal eine Unterlage, auf die ein buntes Edelreis gepfropft ist, unter vielen Fällen einmal einen bunten Zweig treibt und noch dazu von einer ganz anderen Art von Buntblätterigkeit als das Edelreis, so ist das natürlich keineswegs schon ein Beweis für eine Übertragung der Buntblätterigkeit. So entstand z. B. in meinem Versuchsgarten auf einem Stamme von *Prunus cerasifera*, auf den ich ein Reis von *Prunus Pissardi* gepfropft hatte, ein gelbbunter Zweig.

Um derartige Fälle, wo das Austreiben eines bunten Zweiges aus einer veredelten Unterlage nur ganz zufällig mit dem Aufpfropfen eines bunten Reises zusammenfiel, handelt es sich wohl bei manchen der in der Literatur mitgeteilten Beispiele von Panaschierungsübertragungen. Z. B. gilt das wohl sicher für die Entstehung des *Cornus alba Spaethi* Wittmack, einer gärtnerisch sehr wertvollen Varietät von *Cornus alba* Wangh. mit breit gelb berandeten, oft rein gelben Blättern. *Cornus alba Spaethi* Wittmack ist im Jahre 1884 in den SPÄTH'schen Baumschulen in Baumschulenweg bei Berlin entstanden, und zwar in der Weise, dass eine grünblätterige Unterlage von *Cornus alba* Wangh., auf die eine weissbunte Varietät, nämlich *Cornus alba foliis argenteovariegatis elegans* hort. gepfropft war, ein Reis austrieb, das von vornherein die für *Cornus alba Spaethi* bezeichnende Färbung aufwies[1]). Das Reis wurde eifrig vegetativ vermehrt, und von ihm stammen alle die zahllosen Exemplare von *Cornus alba Spaethi* ab, die man heute in allen Gärten findet.

Nun ist aber seither *Cornus alba foliis argenteovariegatis elegans* hort. tausendfach wieder auf *Cornus alba* gepfropft worden, ohne dass die Unterlage infiziert worden wäre, und ebensowenig hat bisher trotz der zahllosen entsprechenden Pfropfungen *Cornus alba Spaethi* selbst seine Buntblätterigkeit auf andere Individuen übertragen. Eine infektiöse Chlorose liegt also hier nicht vor. Damit stimmt überein, dass es mir nicht möglich war, durch Dunkelkultur die Panaschierung zu unterdrücken[2]).

Ob die Buntblätterigkeit von *Cornus alba Spaethi* samenbeständig ist, weiss ich nicht.

In anderen Fällen von Panaschierungsübertragungen dagegen, über die wir in der Literatur berichtet finden, lagen doch wohl infektiöse Chlorosen vor.

Um in dieses so dunkle Gebiet etwas mehr Licht zu bringen, habe ich im Herbst 1904 mit einer grossen Anzahl von panaschierten Varietäten verschiedener Bäume und Sträucher selbst zu experimen-

1) Ich bin der Leitung der SPÄTH'schen Baumschulen für die mir hierüber gegebene Auskunft sehr zu Dank verpflichtet.

2) Selbstverständlich darf man aber andererseits allein aus dem Umstande, dass eine panaschierte Pflanze durch Dunkelkultur oder eine andere gleichsinnige Methode nicht dauerhaft grün gemacht werden kann, nicht schliessen, dass keine infektiöse Chlorose vorliege. Diese ganze Kur beruht ja nur darauf, dass bei der untersuchten Malvaceenchlorose die Reservestoffe, mit deren Hilfe im Dunkeln oder nach der Entblätterung die neuen Blätter gebildet werden, länger ausreichen als die vorhandene freie Virusmenge. Das Virus reicht nur zur Infektion einiger weniger Blätter pro Trieb, die Reservestoffe aber für etwa dreimal so viele. Es ist nun durchaus nicht gesagt, dass bei allen infektiösen Chlorosen dieses Verhältnis zwischen Virusmenge und Reservematerial das gleiche sei.

tieren begonnen. Abgeschlossene Versuchsergebnisse habe ich erst von wenigen Arten, manche Versuche werden sich wohl noch über Jahre hinziehen, aber es scheint mir doch zweckmässig, jetzt schon einige der Beobachtungen wenigstens auszugsweise zu veröffentlichen. Es lässt sich schon jetzt sagen, dass infektiöse Chlorosen, die derjenigen der Malvaceen völlig analog sind, in einer ganzen Reihe von Pflanzenfamilien vorkommen.

Ich berichte zunächst über Versuche mit *Ligustrum vulgare* L. Panaschierte Varietäten sind mir hiervon drei bekannt: 1. *Ligustrum vulgare glaucum foliis albomarginatis* hort., mit einer typischen Weissrandpanaschierung, 2. *Ligustrum vulgare aureum* hort., eine typische *Aurea*-Form, und schliesslich 3. *Ligustrum vulgare foliis aureovariegatis* hort. mit gelbgefleckten Blättern.

Mit der weissrandigen Varietät habe ich keine Pfropfversuche gemacht; diese Art der Panaschierung ist nach meiner bisherigen Erfahrung nie infektiös, sondern hat sich bei allen untersuchten Pflanzen immer als ein mehr oder weniger samenbeständiges Sippenmerkmal erwiesen.

Von der *Aurea*-Form dagegen pfropfte ich im Mai 1906 zehn Reiser auf ebensoviele grüne *Ligustrum*-Sträucher. Die Reiser wuchsen im Laufe des Sommers kräftig heran und blieben unverändert gleichmässig gelbblätterig, wie ihre Stammpflanze; ebenso blieben aber auch die sämtlichen Unterlagen in allen ihren Trieben rein dunkelgrün[1]). Eine Übertragung der Buntblätterigkeit fand hier also nicht statt.

Anders war das Ergebnis der Versuche mit *Ligustrum vulgare foliis aureovariegatis*. Ich hatte zwar nur drei Pfropfsymbiosen von solchen gelbfleckigen auf rein grünen Exemplaren hergestellt, zwei durch Okulieren auf's schlafende Auge, eine durch Ablaktieren, aber in allen dreien wurde die grüne Unterlage von dem bunten Reis infiziert, bildete zwar im Anfang des Triebes noch rein grüne, später aber gelbfleckige Blätter, genau wie die der Varietät.

Um zu prüfen, ob auch diese infektiöse Panaschierung durch die von mir für *Abutilon* angewandte Behandlung zum Verschwinden gebracht werden könne, entfernte ich von einem stark bunten Busche im Juni alle Blätter und hielt ihn unter einer darüber gestülpten Tonne im Dunkeln. Die ersten neu entstehenden Blätter wurden ebenfalls noch entfernt und dann nach vier Wochen der Busch wieder allmählich belichtet und schliesslich wieder dem vollen Tageslicht ausgesetzt. Er litt unter der Behandlung sehr, ein grosser Teil der etiolierten Zweige starb ab, aber einige blieben am Leben und

1) Ich belasse in allen derartigen Versuchen stets auch der Unterlage noch einige eigene Sprosse.

wuchsen im Laufe des Sommers kräftig heran, und zwar rein grünblätterig. Eine Anzahl alter Augen, die im Laufe des August auszuschlagen begannen, erwiesen sich dagegen ausnahmslos noch infiziert. Ich entfernte alle diese letzteren Triebe, ehe die Blätter richtig entfaltet waren, bis Anfang September sorgfältig, übersah aber Mitte September einen davon, und von ihm aus wurden auch zwei der schon ganz grün gewordenen Triebe wieder infiziert, wiesen auf den letzten an ihrer Spitze in der diesjährigen Vegetationsperiode gebildeten Blätter wieder einige gelbe Flecken auf.

Damit ist wohl erwiesen, dass die Buntblätterigkeit von *Ligustrum vulgare foliis aureovariegatis* hort. auf einer infektiösen Chlorose beruht, ganz analog derjenigen der Malvaceen.

*Ligustrum vulgare aureum* hort. blieb in einem Kontrollversuch bei einer entsprechenden noch 14 Tage länger ausgedehnten Dunkelkur unverändert gelb.

Darüber, ob auch von *Ligustrum vulgare foliis aureovariegatis* die Sämlinge, wie bei den infektiös chlorotischen Malvaceen, nicht von der Mutterpflanze her infiziert werden, habe ich noch keine Beobachtungen anstellen können, habe aber in diesem Herbst von bunten Pflanzen Samen geerntet. Ebenso habe ich auch Versuche, ob sich diese infektiöse Chlorose auch auf andere *Ligustrum*-Arten und auf verwandte Gattungen übertragen lässt, erst begonnen. Dagegen habe ich bereits im vergangenen Sommer feststellen können, dass von *Ligustrum vulgare foliis aureovariegatis* aus auch *Ligustrum vulgare aureum* infiziert wird. Es treten dann auf den sonst gleichmässig hellgelben Blättern der *Aurea*-Form die etwas dunkler gelben charakteristischen Flecken der infektiösen Chlorose ebenfalls auf, sind aber nur auf den jugendlichen Blättern gut sichtbar.

Woher das infektiöse *Ligustrum vulgare foliis aureovariegatis* unserer Baumschulen stammt, ist heute nicht mehr festzustellen.

Ein weiteres Beispiel einer infektiösen Chlorose findet sich in der Gattung *Laburnum*.

Ich besitze von *Laburnum vulgare* zwei buntblätterige Varietäten 1. *Laburnum vulgare chrysophyllum* Späth[1]) und 2. *Laburnum vulgare foliis aureis* hort.[2]). Beide sind sich sehr ähnlich, bei beiden ist die Blattspreite statt rein grün, wie bei der Stammform, intensiv gelb, besonders die jungen Blätter haben fast genau dieselbe Farbe wie die Blüten der Art. Ältere Blätter werden meist etwas mehr grün. Bei *Laburnum vulgare foliis aureis* ist das Gelb etwas weniger intensiv, ausserdem sind die Blätter etwas anders geformt als bei *Laburnum vulgare chrysophyllum*.

1) Unter diesem Namen von SPÄTH's Baumschulen, Baumschulenweg-Berlin, bezogen.

2) Von BEHNSCH, Dürrgöy bei Breslau, bezogen.

Beide Sorten werden ausschliesslich durch Pfropfen auf grüne Sämlinge vermehrt. Bei derartigen Pfropfungen mit *Laburnum vulgare chrysophyllum* ist in den SPÄTH'schen Baumschulen wiederholt beobachtet worden, dass auch die vorher grünblätterigen Unterlagen derartiger Veredelungen gelb austrieben, genau wie das Edelreis. Einen solchen Fall hat LINDEMUTH, dem er bei einem Besuche der SPÄTH'schen Baumschulen gezeigt wurde, in einer kurzen Notiz in Gartenflora 1897, S. 3 erwähnt.

Ich selbst habe mit *Laburnum* im Sommer 1905 zu experimentieren begonnen. Die Versuche ergaben, dass unter sechs Fällen, in denen ich *Laburnum vulgare chrysophyllum* auf den gewöhnlichen grünblätterigen *Laburnum vulgare* im Sommer 1905 durch Ablaktieren oder Oculieren transplantiert hatte, die Unterlagen in vier Fällen im Frühjahr 1906 gelb austrieben. Stets waren dabei die ersten Blätter der Unterlagentriebe noch rein grün, die weiteren Blätter waren aber schon schwach gelblich, teilweise auch ganz verwaschen grün und gelbgrün marmoriert, und auf diese folgten rein gelbe Blätter, genau wie die des Edelreises. In dem einen der beiden Fälle, in denen eine Infektion der Unterlage nicht stattgefunden hatte, war das bunte Auge mit einer ganz ungewöhnlichen Üppigkeit in einigen Monaten zu einem $1^1/_2$ *m* langen Triebe aufgeschossen, während die Unterlage selber nur schwache, langsam wachsende Triebe entwickelt hatte. Dass in diesem Falle die Unterlage nicht infiziert wurde, ist mir nicht überraschend, ich habe auch bei den Malvaceen gelegentlich beobachten können, dass von derartigen ungewöhnlich energisch wachsenden Edelreisern aus die Unterlage nur sehr langsam infiziert wird. Es hängt dies wohl damit zusammen, dass von einem selbst sehr rasch wachsenden Zweige kaum Assimilate in die Mutterpflanze und die anderen Zweige überwandern, dass ihm vielmehr von diesen her noch Assimilate zuströmen, und mit den Assimilaten zusammen scheint ja, nach den früher beschriebenen Ringelungsversuchen zu schliessen, das Virus zu wandern[1]). In dem zweiten Falle, in dem keine Infektion vorläufig erkennbar ist, sass das bunte Auge ganz unten am Stamme der Unterlage, wuchs sehr kümmerlich zu einem kurzen Triebe mit fünf Blättern aus und war völlig im Schatten der üppigen grünen Zweige der Unterlage. Auch hier ist also das vorläufige Ausbleiben der Infektion verständlich.

Ausser auf grünes *Laburnum vulgare* habe ich auch auf *Laburnum alpinum* und *Laburnum ramentaceum*, sowie auf *Cytisus hirsutus*

---

1) Ein im Frühjahr 1905 gepfropftes und geringeltes Bäumchen von *Abutilon indicum* ist heute noch (1. 10. 1906) am Leben. Alle diesseits der Ringelung abgehenden Zweige sind wie das auf einen von ihnen gepfropfte Reis von *A. Thomsoni* stark bunt, alle jenseitigen rein grün.

*Chrysophyllum*-Reiser gepfropft, eine Infektion dieser Arten ist aber bisher nicht erfolgt.

Durch eine Dunkelkur, entsprechend der für *Ligustrum* angewandten, liess sich bisher *Laburnum chrysophyllum* nicht dauerhaft grün machen. Ich brachte zwar zwei Exemplare soweit, dass sie zunächst nach der Wiederbelichtung rein grünblätterig zu sein schienen, aber die im Laufe des Sommers neu gebildeten Blätter waren von Blatt zu Blatt wieder mehr gelb. Die scheinbar rein grünen ersten Blätter waren demnach doch wohl noch nicht ganz „gesund". *Laburnum chrysophyllum* ist für derartige Versuche wenig geeignet, weil bei ihm die bunten, das Virus produzierenden Blattpartien nicht leicht erkennbare, scharf umschriebene Flecken in dem sonst grünen Blatte darstellen, wie bei *Abutilon* und *Ligustrum*, sondern hier äussert sich die infektiöse Chlorose als eine gleichmässige Gelbfärbung des ganzen Blattes. Ein nur noch schwach infiziertes Blatt von *Abutilon* ist als solches leicht von einem gesunden zu unterscheiden, die Flecken sind immer, auch wenn sie schliesslich ganz klein sind, noch zu sehen, dagegen ist es nicht möglich ein *Laburnum*-Blatt, das noch einen minimalen Einschlag von dem für die infektiöse Chlorose charakteristischen gelben Farbstoffe enthält, von einem rein grünen zu unterscheiden.

Immerhin ergeben auch diese beiden nicht ganz gelungenen, weil zu früh abgebrochenen, Verdunkelungsversuche, dass auch diese infektiöse Chlorose derjenigen der Malvaceen analog ist. Vor allem das stufenweise Gelbwerden von Blatt zu Blatt der vorher im Dunkeln fast völlig vergrünten Pflanzen scheint mir beweisend.

*Laburnum vulgare chrysophyllum* ist nun im Jahre 1889 in den SPÄTH'schen Baumschulen entstanden, und zwar, wie sich mit der grössten Wahrscheinlichkeit feststellen liess[1]), als Trieb einer bis dahin grünen *Laburnum*-Unterlage, auf die ein Reis von *Laburnum vulgare foliis aureis* hort. gepfropft worden war.

Es ist danach die Buntblätterigkeit der beiden gelben *Laburnum*-Varietäten ein und dieselbe infektiöse Chlorose, die sich nur auf verschiedenen Sippen von *Laburnum vulgare* verschieden äussert, ebenso wie ja auch die infektiöse Chlorose der Malvaceen auf den verschiedensten Arten und Gattungen sehr verschieden aussieht. Es bleibt natürlich durch bereits von mir eingeleitete Versuche zu beweisen, dass tatsächlich auch *Laburnum vulgare foliis aureis* infektiös ist und grüne oder künstlich wieder grün gemachte Exemplare der-

1) Ich bin dem Herrn Obergärtner FROST der SPÄTH'schen Baumschulen für die Mühe, die er sich durch Nachschlagen in den Büchern und durch Erkundigungen beim Personale gegeben hat, sehr zu Danke verpflichtet.

selben Sippe, der *Laburnum chrysophyllum* angehört, zu *Laburnum chrysophyllum* macht.

Eine Infektion von vorher grünen Pflanzen mit der infektiösen Chlorose auf anderem Wege als dem der Pfropfung ist weder bei *Laburnum*, der doch tausendweis in vielen Baumschulen kultiviert wird, noch bei *Ligustrum* einmal beobachtet worden.

Berlin, Botanisches Institut der Universität.

---

## 66. H. Lindemuth: Über angebliches Vorhandensein von Atropin in Kartoffelknollen infolge von Transplantation und über die Grenzen der Verwachsung nach dem Verwandtschaftsgrade.

Eingegangen am 5. Oktober 1906.

In diesen Berichten[1]) teilen V. GRAFE und K. LINSBAUER Versuche mit, über die wechselseitige Beeinflussung von *Nicotiana Tabacum* und *N. affinis* bei Pfropfung. Sie meinen, dass die Hoffnung, eine Beeinflussung durch Transplantation nachzuweisen, jedenfalls grösser sei, wenn es sich um Übertragung einer chemisch wohl definierten und mit Sicherheit nachzuweisenden Substanz handele. Hierher gehöre in erster Linie der von STRASBURGER[2]) beschriebene Fall des Auftretens von Atropin in den Knollen einer Kartoffel, welche einer *Datura* als Unterlage diente. STRASBURGER weise — nach den Herren Autoren — mit Recht darauf hin, dass die Untersuchung dieses Falles ein Licht auf die Frage der Panaschüre zu werfen geeignet sei.

Die bereits im Jahre 1885 gemachte STRASBURGER'sche Mitteilung habe ich schon öfter angeführt gefunden. Ich fühle mich veranlasst, hier mitzuteilen, was ich über Atropin in den Knollen gepfropfter Kartoffelstöcke in Erfahrung bringen konnte.

In den Jahren von 1875 bis 1882 habe ich schon in Poppelsdorf zahlreiche Pfropfversuche ausgeführt, auch an Kartoffelpflanzen, die ich mit *Hyoscyamus*, *Datura* und anderen Solanaceen kopulierte. Ich stellte mir damals schon die Frage, ob durch den Einfluss des fremden, giftigen Krautes sich in den Kartoffelknollen gewisse Alkaloide würden nachweisen lassen, die Knollen selbst giftige Eigen-

1) 1906, p. 366.

2) Diese Berichte, III. Bd., 1885, S. XXXIV.

schaften annehmen könnten. Professor KREUSLER, dem ich damals diese Frage vorlegte, erklärte, dass der Nachweis von Atropin in Kartoffelknollen auf chemisch-analytischem Wege nicht möglich sei. — Weihnachten 1884 suchte mich Herr Professor STRASBURGER in Berlin auf. Ich hatte vorher eine Arbeit veröffentlicht: „Über vegetative Bastarderzeugung durch Impfung.“[1]) Er sagte, nach meiner Erinnerung, dass er sich für meine Untersuchungen interessiere, weil er vermute, dass der Zellkern beim Zustandekommen von Pfropfhybriden eine ähnliche Rolle spiele, wie bei den auf generativem Wege erzeugten Bastarden. Auf ganz andere Fragen sei sein Augenmerk gerichtet, als auf die von mir verfolgten Ziele. Ich habe ihm damals mitgeteilt, was ich wusste und was ich vorhatte, auch meine Vermutung, dass die mit *Atropa* und mit Atropin enthaltenden Solanaceen veredelten Kartoffelpflanzen in ihren Knollen vielleicht dieses Alkaloid enthielten.

STRASBURGER hat darauf Versuche im botanischen Garten in Bonn angestellt und über dieselben in der Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft im September 1885 in Strassburg vorgetragen. In den Berichten desselben Jahres erschien ein Artikel von ihm über Pfropfungen zwischen Kartoffeln und anderen *Solanaceen*, mit der Überschrift: „Über Verwachsung und deren Folgen.“ Es ist darin von ganz gleichartigen Versuchen, wie ich sie ausführte, und auch von Atropin in den Knollen der mit *Datura* veredelten Kartoffelstöcken die Rede.

Nach STRASBURGER fand Dr. KLINGER in 800 *g* Kartoffeln, die an mit *Datura* gepfropften Stöcken gewachsen waren, geringe Mengen, kaum einige Milligramm Atropin.

Herr Professor L. LEWIN hatte die Freundlichkeit, die Kartoffelknollen von drei meiner Versuchspflanzen vom Jahre 1896, Nr. 137, Nr. 176 und Nr. 90, zu untersuchen.

Es möge kurz die Beschreibung dieser Versuche in der Tabelle auf S. 430 wiedergegeben werden.

Alle Pflanzen trugen nur vollkommene, regelmässig gebaute, keine verbildeten Knollen. — Durch die Knollenbildung wurde die Bildung von Stechapfelfrüchten nicht benachteiligt. An einer Versuchspflanze fand ich 3 reife und 6 unreife Früchte.

Die Knollen dieser drei Versuchspflanzen, — im Gewichte von zusammen 835 *g* — übergab ich Herrn Professor LEWIN zur Untersuchung.

Das Gewicht der Knollen muss in Anbetracht der verhältnismässig kurzen Entwicklungsdauer der verbundenen Stöcke — in dem einen Falle vom 18. Juni bis 10. Oktober, in dem anderen vom

1) Landwirtschaftl. Jahrbücher 1878.

| Genus und Spezies des Edelreises | Genus und Spezies der Unterlage | Veredelt am | Verband gelöst am | Ob und wie verwachsen unmittelbar nach Lösung des Verbandes | In das Freie gestellt | Ausgepflanzt | Wahrnehmungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Datura Stramonium*<br>Vers. 137 | *Solanum tuberosum* (Sorte *Magnum bonum*) | 18. Juni 1896 | 29. Juni 1896 | Gut gewachsen | 29. Juni 1996 | 30. Juni 1896 | 10. Oktober ausgehoben (in Gegenwart des Herrn Professor SORAUER). Edelreis 70 *cm* lang, hat eine reife Frucht. In der Erde finden sich 5 Knollen und 2 Knöllchen.<br>Knolle 1 wiegt . . 132 *g*<br>„ 2 „ . . 70 „<br>„ 3 „ . . 55 „<br>„ 4 „ . . 15 „<br>Übertrag . . 272 *g*<br>Übertrag . . 272 *g*<br>Knolle 5 wiegt . . 14 „<br>„ 6 „ . . 4 „<br>„ 7 „ . . 1 „<br>Alle 7 Knoll. wiegen 291 *g*<br>Das Gewicht wurde erst am 23. Oktober festgestellt. |
| *Datura Stramonium*<br>Vers. 176 | *Solanum tuberosum* (Sorte Zwiebelkartoffel) | 2. Juli 1896 | 11. Juli 1896 | Gut verwachsen | 16. Juli 1896 | 28 Juli 1896 | 27. Oktober ausgehoben. Edelreis zeigt keinen Fruchtansatz. Blüten und Früchte sind vielleicht durch Schnecken abgefressen worden. 3 grosse Knollen und noch zahlreiche Knöllchen finden sich noch in der Erde.<br>Knolle 1 wiegt . . . . . . 104 *g*<br>„ 2 „ . . . . . . 97 „<br>„ 3 „ . . . . . . 74 „<br>Zusammen . . 275 *g*<br>Die winzigen Knöllchen wurden nicht gezählt und nicht gesammelt. |
| *Datura Stramonium*<br>Vers. 90 | *Solanum tuberosum* (Sorte Seed) | 11. Juni 1896 | 17. Juni 1896 | Anscheinend gut verwachsen | — | 20. Juni 1896 | 27. Oktober ausgehoben. Es finden sich 8 Knollen. Edelreis trägt 2 angefressene Früchte.<br>Knolle 1 wiegt . . 85 *g*<br>„ 2 „ . . 60 „<br>„ 3 „ . . 63 „<br>„ 4 „ . . 30 „<br>„ 5 „ . . 10 „<br>Übertrag . . 248 *g*<br>Übertrag . . 248 *g*<br>Knolle 6 wiegt . . 10 „<br>„ 7 „ . . 8 „<br>„ 8 „ . . 3 „<br>Zusammen . . 269 *g* |

2. Juli bis 27. Oktober, und in dem dritten vom 11. Juni bis 27. Oktober — seiner Höhe wegen auffallen.

Die Veredelung wurde relativ spät ausgeführt, war aber nicht viel früher möglich, da die *Datura*-Pflanzen erst aus Samen in Töpfen herangezogen und stark genug werden mussten, um zur Veredelung geeignet zu sein.

Von den an der Luft gelegenen Kartoffelknollen brach ich die jungen, zarten Triebe, sogen. Keime, ab, pflanzte sie in Töpfe, liess sie fest einwurzeln und im Kalthause oder im Freien kräftig wachsen. Die Veredelung erfolgte durch Kopulation im Warmhause, weil für den beabsichtigten Zweck diese Methode den besten Erfolg versprach. Die Reiser wurden nur mit Bast festgebunden. Ein Verschmieren mit Baumwachs ist hier vollkommen überflüssig. Nach 6—10 Tagen ist die Verwachsung erfolgt. Die veredelten Pflanzen müssen jetzt zur Abhärtung in das Freie, etwas schattig gestellt und bald ausgepflanzt werden. Ein längeres Verweilen im Warmhause ist mit Gefahr verbunden, da die weichen Unterlagen und Edelreiser in der feuchten, warmen Luft des Warmhauses leicht durch Fäulnis oft in wenigen Stunden zugrunde gehen.

Herr Professor LEWIN teilte mir Folgendes mit: Es würde ihm von grossem Interesse sein zu wissen, auf welchem Wege Herr Dr. KLINGER das Atropin isoliert hat. Atropin chemisch nachzuweisen, sei absolut unmöglich. Auf einem sehr umständlichen Wege liess sich dartun, dass in den Kartoffeln nach Abtrennung reichlichen Solanins, eine nicht isolierbare Substanz in winzigen Spuren zurückblieb, die das durch Muscarin zum Stillstand gebrachte Froschherz wieder in Bewegung setzte.

Zu dem Versuche der Herren GRAFE und LINSBAUER erlaube ich mir noch zu bemerken, dass, um einen vollgiltigen Beweis für die Übertragung von Nicotin durch Transplantation zu erbringen, als Unterlage oder Edelreis, meines Erachtens, eine nicotinfreie Solanacee hätte gewählt werden müssen.

---

In dem erwähnten Artikel von STRASBURGER findet sich auch eine Mitteilung, die als eine neue Tatsache zuweilen in der botanischen Literatur zitiert wird. STRASBURGER veredelte nämlich gegen Mitte August *Schizanthus Grahami* auf *Solanum tuberosum* und glaubt, dass trotz der vorgerückten Jahreszeit die Verwachsung in den zwei ausgeführten Versuchen gelungen sei, obgleich der Impfling sich auf der Kartoffelunterlage nur schwach entwickelt hatte.

Er glaubt dadurch einen positiven Nachweis der Verwachsung zwischen Pflanzen verschiedener Familien erbracht zu haben.

Aber trotz dieses scheinbaren Beweises steht es bis jetzt nach

| Genus und Species | | Ver-edelt am | Verband gelöst am | Ob und wie verwachsen unmittelbar vor Lösung des Verbandes | Abgestorben | | In das Freie gestellt am | Aus-gepflanzt am | Dauer der Ver-bindung | Wahrnehmungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| des Edelreises | der Unterlage | | | | Unter-lage | Edelreis | | | | |
| 71. *Habro-thamnus* | *Nicotiana rustica* | 6. Juni | 14. Juni | Edelreis festsitzend | — | 22. Juli | — | — | 46 Tage | Durch Anlegen veredelt. |
| 81. *Habro-thamnus* | *Nicotiana rustica* | 6. Juni | 17. Juni | Edelreis anscheinend angewachsen, frisch, ein wenig getrieben | — | 20. Juni | 17. Juni | — | 44 Tage | Durch Anlegen veredelt; am 17. Juni getrieben. 20. Juni: Edelreis abgestorben, verdorrt. |
| 70. *Habro-thamnus* | *Nicotiana Tabacum* | 6. Juni | 14. Juni | Edelreis festsitzend | — | 21. Juli | — | — | 46 Tage | Durch Anlegen veredelt. |
| 77. *Habro-thamnus* | *Solanum tuberosum* (Sorte Seed) | 6. Juni | — | — | 12. Juni | — | — | — | 6 Tage | 12. Juni: Unterlage verfault, Reis noch grün. Kopuliert. |
| 89. *Habro-thamnus* | *Solanum tuberosum* (Welkersdorfer) | 11. Juni | 17. Juni | Anscheinend gut ververwachsen | — | 12. Juli | 17. Juni<br>16. Juli | — | 31 Tage | 18. Juni: Welk geworden, wieder in das Gewächshaus gestellt. 7. Juli: Steht noch im Gewächshause, hat nicht getrieben. Edelreis sitzt fest. Zwei zur Hälfte abgeschnittene Blätter sind frisch. Kopuliert. |
| 98. *Habro-thamnus* | *Solanum tuberosum* (Sorte Athene) | 11. Juni | 17. Juni | Anscheinend gut verwachsen | 22. Juli | — | 17. Juni | — | 41 Tage | 17. Juni: Pflanze welkt und wird wieder in das Gewächshaus zurückgestellt. 22. Juli: Unterlage verfault. Kopuliert. |

| Genus und Species des Edelreises | Genus und Species der Unterlage | Veredelt am | Verband gelöst am | Ob und wie verwachsen unmittelbar vor Lösung des Verbandes | Abgestorben Unterlage | Abgestorben Edelreis | In das Freie gestellt am | Ausgepflanzt am | Dauer der Verbindung | Wahrnehmungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 128. *Habrothamnus* | *Solanum tuberosum* (Zwiebelkartoffel) | 11. Juni | 20. Juni | Anscheinend fest verwachsen | — | 30. Juni | — | 24 Juni | 19 Tage | 20. Juni: Edelreis ohne Spitze; die beiden Seitenaugen beginnen zu treiben. 30. Juni: Edelreis verwelkt und abgefallen. Kopuliert. |
| 129. *Habrothamnus* | *Solanum tuberosum* (Welkersdorfer) | 11. Juni | 20. Juni | Anscheinend ziemlich gut verwachsen | — | 4. August | 22. Juni | — | 54 Tage | 11. Juni: Zwei Sprosse kopuliert. 22. Juni: noch frisch. |
| 130. *Habrothamnus* | *Solanum tuberosum* (Simson) | 11. Juni | 20. Juni | Anscheinend gut verwachsen | 13. Juli | — | — | — | 32 Tage | 11. Juni: Zwei Sprosse kopuliert. 20. Juni: Noch nicht getrieben. 13. Juli: Unterlage verfault, Edelreiser verwelkt. |
| 215. *Habrothamnus* | *Solanum tuberosum* | 3. Juli | 16. Juli | Anscheinend gut verwachsen! | 22. Juli | — | — | — | 19 Tage | 22. Juli: Unterlage verfault. Kopuliert. |
| 225. *Habrothamnus* | *Solanum tuberosum* (Simson) | 3. Juli | 16. Juli | Anscheinend gut verwachsen | 22. Juli | — | — | — | 19 Tage | 22. Juli: War am besten von allen *Habrothamnus*-Veredelungen gelungen und hätte sich vielleicht noch länger gehalten, wenn die Unterlage nicht durch Fäulnis zugrunde gegangen wäre. Kopuliert. |
| 252. *Habrothamnus* | *Solanum tuberosum* (Blaue Riesenkartoffel) | 3. Juli | 22. Juli | Anscheinend gut verwachsen!! | 22. Juli | — | — | — | 19 Tage | 22. Juli: Unterlage verfault. Kopuliert. |

unserem Wissen und unseren Erfahrungen fest, dass zwei Individuen aus zwei **wirklich verschiedenen** Pflanzenfamilien durch Transplantation sich nicht dauernd miteinander vereinigen lassen. Wie weit aber die Möglichkeit der Verwachsung zwischen Gattungen und Arten innerhalb einer Familie reicht, ist bisher noch in keiner einzigen natürlichen Pflanzengruppe durch Experimente hinreichend festgestellt worden.

Die vorgerückte Jahreszeit war der Verwachsung nicht hinderlich. Mitte August ist im Gegenteil einer Pfropfung von Kartoffeln sehr günstig.

Das *Schizanthus*-Reis entwickelte sich aber auf der Kartoffelunterlage nur schwach. Wie stark es austrieb, ob überhaupt ein Zuwachs erfolgte, wie lange es lebte, wann es zugrunde ging, ob zuerst das Reis oder die Unterlage abstarb, oder beide Teile zugleich verdarben, wird nicht gesagt.

Die Erscheinung, die mir in hunderten von Fällen entgegengetreten ist, dass aufgepfropfte Reiser ohne wirkliche Verwachsung längere Zeit am Leben und frisch bleiben und auf Kosten ihrer Reservestoffe selbst austreiben, ist bisher nicht genügend beachtet worden.

Ein anderer, beiläufig erwähnter, aber hier nicht in Betracht kommender Fall ist der, dass mit ihren Unterlagen fest verwachsene Edelreiser auf der durch irgend eine Ursache später abgestorbenen, vollkommen toten Unterlage noch längere Zeit frisch und grün bleiben. Ich habe zu meiner Überraschung oft solche, durch die tote Unterlage genügend mit Wasser versorgte Pflanzen, noch mehrere Monate vegetieren sehen.

Es ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass in dem STRASBURGER'schen Versuche eine Verwachsung zwischen *Schizanthus* und *Solanum* überhaupt nicht stattgefunden hat.

Ist *Schizanthus* die rechte Pflanze für den beabsichtigten Beweis? STRASBURGER stellt diese Gattung ohne weiteres zu den Scrophularineen. — Wenn auch die Cestreen und Salpiglossideen den Übergang zu den Scrophulariaceen vermitteln,[1]) so ist *Schizanthus*, zu den Salpiglossideen gehörend, immerhin eine Solanacee, und es könnte die Verwachsung zwischen *Schizanthus* und *Solanum* — wenn sie gelungen wäre, — nicht als Beweis der Möglichkeit einer dauernden Verbindung zweier Arten aus zwei wirklich verschiedenen Pflanzenfamilien durch Transplantation angesehen werden.

Dass *Phytophthora infestans* auf *Schizanthus* vorkommt, wie STRASBURGER nach DE BARY angibt, scheint doch auch darauf hinzudeuten, dass *Schizanthus* eine Solanacee ist.

Im Universitätsgarten befindet sich ein alter *Habrothamnus* (= *Cestrum*). Aus dem Jahre 1896 besitze ich Notizen über Pfropf-

1) ENGLER, Die natürlichen Pflanzenfamilien. IV. 3. 6. S. 9.

versuche mit dieser Pflanze. Ich pfropfte zwei *Nicotiana* und zehn *Solanum tuberosum* mit *Habrothamnus*. Die Resultate zeigt vorstehende Tabelle.

Wirft man einen Blick auf die vorstehende Tabelle, so fällt in mehreren Fällen die lange, bis zu 54 Tagen bestehende Verbindungsdauer der durch Transplantation vereinigten Pflanzen auf. — Störend mischt sich oft Fäulnis ein, die namentlich krautartige Unterlagen, — auch Edelreiser, — in warmen, feuchten Räumen ohne erkennbare Ursache und sichtbare Veranlassung ergreift und schnell dahinrafft. — So ist die Unterlage von Versuch 77 nach 6, sind die Unterlagen von Versuchen 128, 215, 225 und 252 nach 19 Tagen verfault.

Der Grad der Verwandtschaft zwischen Unterlage und Edelreis zeigt sich meist schon durch das Verhalten des aufgesetzten oder angesetzten Reises an.

Bei vollständigem Mangel an Affinität verwelkt und stirbt das Edelreis bald nach der Übertragung.

Bei naher Verwandtschaft wächst das Edelreis bald fest. Die Triebkraft ist so stark, der Zuwachs so bedeutend, dass eine innige Verwachsung nicht bezweifelt werden kann.

Ein geringer Grad von Affinität scheint das lange Festsitzen und Frischbleiben des Edelreises auf der Unterlage zu begünstigen.

Ich habe vielfach versucht, Angehörige aus den Familien der Tiliaceen, Sterculiaceen, Bombaceen, die doch die nächste Verwandtschaft zu den Malvaceen zeigen, mit Repräsentanten dieser Familie und namentlich mit *Abitulon*, durch Transplantation zu vereinigen. Es haben sich bei diesen Versuchen die Reiser in einigen Fällen noch viel länger frisch erhalten, als *Habrothamnus* auf *Nicotiana* und *Solanum tuberosum*. Die Edelreiser sassen nach Lösung des Verbandes meist fest, trennten sich aber, oft noch belaubt, gesund und frisch, nach einer gewissen Zeit von ihren Unterlagen.

Nur in einem Falle beobachtete ich ein festes Verwachsen eines auf *Brachychiton populneum* übertragenen *Abutilon Thompsoni*, vorausgesetzt, dass die aus Samen erzogene Unterlage die genannte Sterculiacee wirklich war. Aus Mangel an Pflanzen von *Brachychiton* konnte ich den Versuch nicht wiederholen.

Es sei hier noch bemerkt, dass innerhalb der Malvaceen die Arten mehrerer Gattungen sich durch Transplantation nach meinen zahlreichen, verschiedenzeitigen wiederholten Versuchen, nicht dauernd verbinden liessen.

Wenn keine Verwachsung stattfindet, so kann das Edelreis doch nur durch Wasseraufnahme aus der Unterlage einige Zeit am Leben und frisch erhalten bleiben, und man sollte meinen, es könne hierfür ganz gleichgiltig sein, ob die Unterlage Verwandtschaft zum Edelreise besitze. Es müssen sich hier wohl Vorgänge vollziehen, die noch unbekannt sind.

# 67. S. Kostytschew: Zur Frage über die Wasserstoffausscheidung bei der Atmung der Samenpflanzen.

Eingegangen am 11. Oktober 1906.

Bereits HUMBOLDT[1]) und MARCET[2]) haben beobachtet, dass verschiedene Hutpilze unter gewissen Umständen freien Wasserstoff ausscheiden. Durch die Untersuchungen von MÜNTZ[3]) wurde diese Tatsache vollkommen bestätigt und hat sich somit allgemeine Anerkennung erworben. MÜNTZ hat gefunden, dass die Wasserstoffausscheidung nur bei mannitführenden Pilzen und zwar bei Sauerstoffmangel stattfindet. Die von MÜNTZ vorgeschlagene Erklärung dieser merkwürdigen Tatsache besteht darin, dass bei anaërober Atmung mannitführender Pilze eine Dissoziation des Mannitmoleküls unter Abspaltung freien Wasserstoffes und Bildung einer Hexose erfolgt; diese letztere wird dann sofort zu Kohlensäure und Alkohol vergärt. Späterhin hat DE LUCA[4]) gefunden, dass auch mannitführende Samenpflanzen bei Sauerstoffmangel Wasserstoff produzieren.

Die Untersuchungen MÜNTZ's und DE LUCA's wurden leider zu der Zeit ausgeführt, wo die Mikrobiologie noch in den Kinderschuhen lag; es lässt sich daher manches gegen die Versuchsmethodik beider Forscher einwenden; so hatte z. B. DE LUCA Blätter und Früchte in geschlossenen und mit Wasser gefüllten Gefässen mehrere Monate hindurch aufbewahrt. Die Gasentwicklung war bei diesen Versuchen so bedeutend, dass einzelne Versuchsgefässe durch den Gasdruck zersprengt wurden; die Gasanalysen ergaben, dass die ausgeschiedenen Gase Kohlensäure, Stickstoff und Wasserstoff waren (die Wasserstoffbildung fand nur bei mannitführenden Pflanzen statt). Am Ende der Versuche wurde meistens eine weitgehende Zersetzung und Fäulnis des Versuchsmateriales wahrgenommen. Es ist einleuchtend, dass diese Versuche DE LUCA's nicht als ausschlaggebend betrachtet werden können.

Meine eigenen in dieser Abhandlung beschriebenen Versuche wurden ausschliesslich mit Blättern und Zweigen mannitführender Samenpflanzen ausgeführt. Frisch abgeschnittenes Versuchsmaterial wurde mit sterilisiertem Wasser abgespült und dann in den mit Luft oder Stickstoff gefüllten Gefässen luftdicht eingesperrt. Die Luft-

1) HUMBOLDT, Flora friburgensis, 1793.
2) MARCET, Annales de chimie et de physique, 2. sér., t. 40, p. 218.
3) MÜNTZ, ebenda, 5. sér., t. 8, 1876, p. 67.
4) DE LUCA, Annales des sciences naturelles, 6. sér., t. 6, 1878, p. 286.

periode dauerte 1—2½ Stunden, die Stickstoffperiode dauerte 20 Stunden. Die Versuchsgefässe enthielten kein Wasser, doch war die innere Atmosphäre immer vollständig dampfgesättigt. Sämtliche Versuche wurden natürlich in Dunkelheit ausgeführt. Nach dem 20stündigen Verweilen in einer sauerstofffreien Atmosphäre blieben die Blätter vollständig frisch und derb; die Zellen hatten den Turgor nicht verloren. Von einer Mitwirkung der Mikroorganismen konnte bei der kurzen Dauer der Versuche selbstverständlich keine Rede sein.

Die Gasanalysen wurden vermittelst des Apparates von POLOWZOW[1]) ausgeführt. War die zu untersuchende Gasprobe sauerstoffhaltig, so wurde sie nach der Absorption der $CO_2$ in die Explosionspipette überführt und mit einer entsprechenden Menge des Knallgases verbrannt[2]). Blieb das Gesamtvolumen nach der Explosion unverändert (was auch immer der Fall war), so wurde schliesslich eine Sauerstoffbestimmung in der üblichen Weise vorgenommen. Die sauerstofffreien Gasproben wurden in der Weise geprüft, dass sie mit einem bestimmten Volumen Luft gemischt und dann mit Knallgas verbrannt wurden. Da auch in diesem Falle niemals Volumenverminderung erfolgte, so erwies sich eine quantitative Wasserstoffbestimmung (durch Verbrennung mit reinem Sauerstoff) als überflüssig.

Die Versuche wurden mit folgenden Objekten ausgeführt:

1. Blätter von *Syringa vulgaris*, die bis 0,5 pCt. des Frischgewichtes an Mannit enthalten[3]).
2. Blätter von *Fraxinus excelsior* (Mannitgehalt etwa 0,25 pCt. des Frischgewichtes[4]).
3. Junge beblätterte Zweige von *Ligustrum vulgare* (Mannitgehalt etwa 0,2 pCt. des Frischgewichtes[5]).
4. Junge beblätterte Zweige von *Olea europea* (Mannitgehalt etwa 1,5 pCt. des Trockengewichtes[6]).

Da sämtliche Versuche ein und dasselbe Resultat ergaben, so genügt es einige Beispiele anzuführen.

---

1) POLOWZOW, Untersuchungen über die Pflanzenatmung, 1901 (russisch).

2) Es sei hier bemerkt, dass das Knallgas nicht nach dem Augenmass abgemessen werden darf (vgl. hierüber HEMPEL, Gasanalytische Methoden, 3. Auflage, 1900, S. 112). Wird zu wenig Knallgas zugelassen, so gelingt die Explosion nicht; bei einem Überschuss des Knallgases wird dagegen ein Teil des Stickstoffes zu Stickoxyd verbrannt, wodurch bedeutende Analysenfehler entstehen können.

3) LUDWIG, Annalen der Pharmazie, Bd. 91, 1857, S. 289.

4) GINTL, Journal für prakt. Chemie, Bd. 104, 1868, S. 491.

5) KROMAYER, Archiv der Pharmazie, Bd. 101, 1860, S. 281.

6) DE LUCA, Comptes rendus, t. 53, p. 380, und t. 55, p. 470 und 506.

### Versuch 1.

16 *g* frischer Blätter von *Syringa vulgaris*. Temperatur 23—24°.

I. 1/2 Stunde im Luftstrome.

II. Luftperiode = 1 Stunde.

**Gasanalyse.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 156,95 | $CO_2$ = | 3,16 pCt. |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 151,98 | $H_2$ = | 0,0 „ |
| Nach der Explosion mit Knallgas . . | 151,98 | $O_2$ = | 17,22 „ |
| Nach Zulassung von $H_2$ . . . . . | 226,26 | $N_2$ = | 79,62 „ |
| Nach der Explosion . . . . . . | 145,15 | $\frac{CO_2}{O_2}$ = | 0,86. |

III. 1 1/4 Stunde im Stickstoffstrome.

IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

**Gasanalyse.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 124,34 | $CO_2$ = | 7,71 pCt. |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 114,75 | $H_2$ = | 0,0 „ |
| Nach Zusatz von Luft . . . . . | 188,21 | $N_2$ = | 92,29 „ |
| Nach der Explosion mit Knallgas . . | 188,21 | | |

### Versuch 2.

20 *g* frischer Blätter von *Syringa vulgaris*. Temperatur 23—24,5°.

I. 1/2 Stunde im Luftstrome.

II. Luftperiode = 1 Stunde.

**Gasanalyse.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 151,48 | $CO_2$ = | 4,86 pCt. |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 144,12 | $H_2$ = | 0,0 „ |
| Nach der Explosion mit Knallgas . . | 144,12 | $O_2$ = | 14,18 „ |
| Nach Zulassung von $H_2$ . . . . . | 225,93 | $N_2$ = | 80,96 „ |
| Nach der Explosion . . . . . . | 161,47 | $\frac{CO_2}{O_2}$ = | 0,69. |

III. 1 Stunde im Stickstoffstrome.

IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

**Gasanalyse.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 122,41 | $CO_2$ = | 11,08 pCt. |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 108,85 | $H_2$ = | 0,0 „ |
| Nach Zusatz von Luft . . . . . | 155,71 | $N_2$ = | 88,92 „ |
| Nach Zusatz von Knallgas . . . . | 155,76 | | |

### Versuch 3.

16 *g* frischer Blätter von *Fraxinus excelsior*. Temperatur 23,5—25°.

I. 1/2 Stunde im Luftstrome.

II. Luftperiode = 1 Stunde.

**Gasanalyse.**

| | | |
|---|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 147,30 | $CO_2$ = 5,87 pCt. |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 138,65 | $H_2$ = 0,0 „ |
| Nach der Explosion mit Knallgas . . | 138,68 | $O_2$ = 10,00 „ |
| Nach Zulassung von $H_2$ . . . . . | 207,24 | $N_2$ = 84,13 „ |
| Nach der Explosion . . . . . . | 163,08 | $\frac{CO_2}{O_2}$ = 0,49. |

III. 1 Stunde im Stickstoffstrome.
IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

**Gasanalyse.**

| | |
|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 117,19 |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 103,68 |
| Nach Zusatz von Luft . . . . . | 160,28 |
| Nach der Explosion mit Knallgas . . | 160,33 |

## Versuch 4.

18 *g* frischer Blätter von *Fraxinus excelsior*. Temperatur 24—24,5°

I. $^1/_2$ Stunde im Luftstrome.
II. Luftperiode = 1 Stunde.

**Gasanalyse.**

| | | |
|---|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 150,15 | $CO_2$ = 8,01 pCt. |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 138,12 | $H_2$ = 0,0 „ |
| Nach der Explosion mit Knallgas . . | 138,12 | $O_2$ = 8,87 „ |
| Nach Zulassung von $H_2$ . . . . . | 204,02 | $N_2$ = 83,12 „ |
| Nach der Explosion . . . . . . | 164,06 | $\frac{CO_2}{O_2}$ = 0,62. |

III. 1 Stunde im Stickstoffstrome.
IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

| | | |
|---|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 149,03 | $CO_2$ = 13,31 pCt. |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 130,20 | $H_2$ = 0,0 „ |
| Nach Zusatz von Luft . . . . . | 175,85 | $N_2$ = 86,69 „ |
| Nach der Explosion mit Knallgas . . | 175,85 | |

## Versuch 5.

Zwei junge beblätterte Zweige von *Ligustrum vulgare*. Temperatur 19,5—21°.

I. $^1/_2$ Stunde im Luftstrome.
II. Luftperiode = 1 Stunde.

**Gasanalyse.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 144,70 | $CO_2$ = | 1,76 pCt. |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 142,15 | $H_2$ = | 0,0 „ |
| Nach der Explosion mit Knallgas . . | 142,15 | $O_2$ = | 19,00 „ |
| Nach Zulassung von $H_2$ . . . . . | 213,04 | $N_2$ = | 79,24 „ |
| Nach der Explosion . . . . . . | 130,53 | $\frac{CO_2}{O_2}$ = | 0,97. |

III. 1 Stunde im Stickstoffstrome.
IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

**Gasanalyse.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 112,91 | $CO_2$ = | 5,08 pCt. |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 106,17 | $H_2$ = | 0,0 „ |
| Nach Zusatz von Luft . . . . . | 155,16 | $N_2$ = | 94,92 „ |
| Nach der Explosion mit Knallgas . . | 155,16 | | |

## Versuch 6.

Junge beblätterte Zweige von *Ligustrum vulgare.* Temperatur 19,5—20,5°.

I. ½ Stunde im Luftstrome.
II. Luftperiode = 1 Stunde.

**Gasanalyse.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 145,38 | $CO_2$ = | 1,62 pCt. |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 143,03 | $H_4$ = | 0,0 „ |
| Nach der Explosion mit Knallgas . . | 143,03 | $O_2$ = | 19,17 „ |
| Nach Zulassung von $H_2$ . . . . . | 213,57 | $N_2$ = | 79,21 „ |
| Nach der Explosion . . . . . . | 129,90 | $\frac{CO_2}{O_2}$ = | 1,00. |

III. 1 Stunde im Stickstoffstrome.
IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

**Gasanalyse.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 114,01 | $CO_2$ = | 6,96 pCt. |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 106,07 | $H_2$ = | 0,0 „ |
| Nach Zusatz von Luft . . . . . | 151,53 | $N_2$ = | 93,04 „ |
| Nach der Explosion mit Knallgas . . | 151,61 | | |

## Versuch 7.

Junger beblätterter Zweig von *Olea europaea.* Temperatur 19—20°.

I. ½ Stunde im Luftstrome.
II. Luftperiode = 2½ Stunden.

**Gasanalyse.**

| | | |
|---|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 144,30 | |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 143,23 | |
| Nach der Explosion mit Knallgas . . | 143,23 | |
| Nach Zulassung von $H_2$ . . . . . . | 217,76 | $CO_2$ = 0,74 pCt. |
| Nach der Explosion . . . . . . . | 130,90 | $H_2$ = 0,0 „ |
| | | $O_2$ = 20,06 „ |
| | | $N_2$ = 79,20 „ |
| | | $\frac{CO_2}{O_2}$ = 1,00. |

III. 1 Stunde im Stickstoffstrome.
IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

**Gasanalyse.**

| | | |
|---|---|---|
| Anfängliches Volumen . . . . . | 108,65 | $CO_2$ = 3,53 pCt. |
| Nach Absorption der $CO_2$ . . . . | 104,82 | $H_2$ = 0,0 „ |
| Nach Zusatz von Luft . . . . . | 168,80 | $N_2$ = 96,47 „ |
| Nach der Explosion mit Knallgas . . | 168,80 | |

Aus allen diesen Versuchen ist ersichtlich, dass bei der Atmung mannitführender Samenpflanzen eine Wasserstoffbildung stattfindet. Auch bei Sauerstoffabschluss wurde keine Spur Wasserstoff ausgeschieden, obschon die anaërobe Atmung der Versuchsobjekte eine sehr intensive war.

Obige Versuche wurden mit Samenpflanzen ausgeführt. Versuche mit Pilzen, die vielleicht mehr Interesse gewähren, sind noch nicht ganz abgeschlossen; sie werden den Inhalt einer anderen Abhandlung bilden.

St. Petersburg, Botanisches Institut der Universität.

## 68. A. Schulz: Über die Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutschlands.

### II. Drude's Steppenpflanzen.

Eingegangen am 11. Oktober 1906.

In einer im Februarhefte des Jahrganges 1902 dieser Berichte[1]) erschienenen Abhandlung: „Über die Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutsch-

1) 20. Bd., S. 54—81.

lands“ habe ich die Ansichten DRUDE's über die Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke dieses Gebietes[1]) eingehend behandelt und ihre Unrichtigkeit nachgewiesen. Da DRUDE in seinem bald darauf erschienenen Buche: „Der Hercynische Florenbezirk“[2]), seine bisherigen Anschauungen über die Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutschlands wieder vorträgt, meine Aussagen über diesen Gegenstand — wie schon vorher — unrichtig darstellt und sich sogar nicht scheut[3]), zu behaupten, dass ich meine „Grundideen“ vom Verlaufe der Entwickelung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutschlands einem von ihm auf der 64. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Halle a. S. gehaltenen Vortrage[4]) entlehnt hätte, so will ich hier noch einmal auf einige Punkte dieser Entwickelungsgeschichte eingehen.

In dieser Abhandlung werde ich mich ausschliesslich mit DRUDE's Steppenpflanzen[5]) beschäftigen.

*

Ebenso wenig wie in seinen früheren Schriften spricht sich DRUDE in seinem vorhin genannten Buche klar und bestimmt darüber aus[6]), wann sich nach seiner Meinung diejenigen Gewächse, die er als Steppenpflanzen bezeichnet[7]), im Hercynischen Florenbezirke

1) Betreffs der Begrenzung dieses Gebietes vgl. SCHULZ, a. a. O. S. 54.

2) Leipzig 1902; 6. Bd. von ENGLER und DRUDE, Die Vegetation der Erde.

3) A. a. O. S. 166—167.

4) Ein Referat — von DRUDE — über diesen Vortrag: „Bemerkungen über die Florenentwickelung im Gebiet von Halle“, enthalten die Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 64. Versammlung zu Halle a S., 21.–25. September 1891, 2. Teil (1892) S. 104—106. Wer die in diesem Referate ausgesprochenen Ansichten mit meinen Ansichten sorgfältig vergleicht, wird mir darin beistimmen, dass „eine Übereinstimmung in unseren Grundideen“ nicht besteht; vgl. auch diese Berichte 20. Bd., S. 80.

5) Im Folgenden sind nur Phanerogamen behandelt.

6) Namentlich der fünfte Abschnitt von DRUDE's Buch (S. 613 u. f.), in dem die Entwickelungsgeschichte behandelt ist, ist sehr unklar — stellenweise direkt verworren — und voller Widersprüche.

7) Eine Anzahl seiner Steppenpflanzen hat DRUDE auf S. 193—195 seines Buches zusammengestellt. Die weitaus meisten von diesen gehören zu meiner zweiten Elementegruppe; nur solche habe ich im Folgenden behandelt. (Die übrigen können garnicht als „Steppenpflanzen“ bezeichnet werden.) Betreffs der vier von mir unterschiedenen Gruppen der Elemente der phanerogamen Flora des nördlich der Alpen gelegenen Teiles Mitteleuropas — dieser Teil ist im Folgenden kurz als Mitteleuropa bezeichnet — vgl. z. B. SCHULZ, Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke der Schweiz, Beihefte zum Botanischen Centralblatt 17. Bd. (1904), S. 157 u. f., sowie SCHULZ, Über einige Probleme der Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Süddeutschlands, ebenda 20. Bd., 2. Abteilung (1906), S. 197 u. f. (198—199).

fest angesiedelt haben. Er scheint anzunehmen[1]), dass ihre Ansiedlung in diesem in sehr verschiedenen Zeiten: teils vor der ersten Eiszeit, teils in der Zwischenzeit zwischen den beiden von ihm angenommenen Eiszeiten, teils, und zwar hauptsächlich, nach der letzten Eiszeit, erfolgt ist. Sie kamen teils[2]) aus Böhmen, teils — die meisten?[3]) — direkt aus dem Osten, aus den Gebieten der Oder und Weichsel. Die ersteren wanderten[4]) „teils im Flusstal [der Elbe] selbst nach Überwindung der waldbedeckten Elbsandsteingehänge, teils ... entlang der ... Einsattelung zwischen dem östlichen Erzgebirge und westlichen Elbsandsteingehänge bei Hellendorf“[5])[6]). Die anderen wanderten[7]) von der Weichsel und Oder her — mit Hilfe des strömenden Wassers[8]) — in den Flusstälern längs der beiden südlichen Stillstandslinien des nordischen Inlandeises der letzten Eiszeit, die — erst südlich, dann nördlich — das heutige Elbgebiet um Magdeburg umgeben[9]), nach der Gegend dieser Stadt. Von hier breiteten sie sich strahlig aus und gelangten dabei zum Teil „an der Mündung der Mulde vorbei in das Elbtal nach Meissen“[10]). DRUDE nimmt eine solche Einwanderung deshalb an, um zu erklären[11]): 1. warum die von ihm als „Land der unteren Saale“ bezeichnete Landschaft des Hercynischen Florenbezirkes trotz ihrer westlicheren Lage so viel reicher an Steppenpflanzen ist als

1) Vgl. hierzu DRUDE, Der Hercynische Florenbezirk, S. 429, 1. Absatz, 631, 2. Absatz, 621, 1. Absatz, 623, 3. und 4. Absatz usw.

2) Vgl. a. a. O., S. 633, 3. Absatz und S. 429, 1. Absatz (viele Arten), sowie S. 441, 3. Absatz (zahlreiche Arten).

3) Vgl. a. a. O. 635: „Hierdurch würde es ferner verständlich, dass an der Elbe um Meissen herum eine grössere Zahl pontischer Relikte [meist „Steppenpflanzen“] sich findet als weiter stromauf, da der durch Bergländer erschwerte Verbindungsweg aus dem Böhmischen Mittelgebirge nach Dresden vielleicht weniger wirksam war als der eben bezeichnete stromauf gerichtete“. Dagegen S. 631: „Diese pontischen Bürger [d. h. die Steppenpflanzen] kamen selbstverständlich von Osten, und sie werden ihren ersten Einzug vielleicht schon frühe in der Periode gehalten haben, als das nordische Landeis noch den pommersch-preussischen Landrücken besetzt hielt und die vom Süden kommenden Flüsse mit der Weichsel beginnend am Südrande dieser Gletscherlandschaft westwärts bis zum heutigen Elbbett strömten, wodurch in den wichtigen, durch grosse Stromläufe ausgeübten Vermittelungen der Pflanzenwanderung ein breites Tor für östliche Einwanderer in das Herz Deutschlands geöffnet blieb.“

4) Betreffs der Zeit der Wanderung, vgl. S. 443, Anm. 1 und 3.

5) DRUDE, a. a. O, S. 633.

6) DRUDE scheint aber auch anzunehmen, dass auch im Neissetale solche Gewächse aus Böhmen nordwärts vorgedrungen sind; vgl. a. a. O. S. 635, 3. Absatz.

7) Vgl. S. 443, Anm. 4.

8) Vgl. S. 443, Anm. 3.

9) A. a. O., S. 634—635, vgl. auch S. 631.

10) A. a. O., S. 635.

11) A. a. O., S. 632—635.

der hercynische Osten und besonders das sächsische Elbhügelland, 2. warum sich an der Elbe um Meissen herum eine grössere Anzahl von Steppenpflanzen findet als weiter stromaufwärts[1]) und 3. warum[2]) im Neissegebiete der Oberlausitz — auf Basaltbergen — Steppenpflanzen wachsen, „welche weiter westlich in Sachsen fehlen und dann erst an der Saale in Masse wieder auftreten“.

Wie sich DRUDE das Verhalten der Steppenpflanzen in Mitteldeutschland nach ihrer Ansiedlung in diesem denkt, lässt sich aus seinem Buche nicht ersehen[3]).

* *

Es kann meines Erachtens nicht bezweifelt werden, dass während des Höhepunktes der letzten — der vierten — Periode bedeutender Vergletscherung des nördlicheren Europas in der Quartärzeit Elemente meiner zweiten Elementegruppe und diesen in ihrer klimatischen Anpassung gleichende, gegenwärtig nicht mehr in Mitteleuropa wachsende Phanerogamen nicht in Mitteldeutschland leben konnten, ganz gleich, ob das damalige mitteleuropäische Klima einen kontinentalen oder — was meines Erachtens sicher ist — einen ozeanischen Charakter hatte[4]). Aber auch während des Höhepunktes der folgenden Vergletscherungsperiode, der Periode des Bühlvorstosses PENCK's[5]), als weder das Gletschereis der Alpen, noch das nordische Inlandeis einen so bedeutenden Umfang hatte wie während der vorausgehenden Vergletscherungsperiode, herrschte meines Erachtens in Mitteldeutschland ein für die Elemente der zweiten Gruppe so ungünstiges Klima, dass hier solche — und ähnlich angepasste Phanerogamen — nicht

1) Vgl. hierzu a. a. O., S. 635, sowie S. 441 „... dass gerade solche Arten, welche in der Flora des östlichen Thüringens und des Saalelandes sehr verbreitet und charakteristisch sind, im nördlichen Elbhügellande auf Hügeln um Meissen ihre einzigen Standorte besitzen.“

2) Vgl. hierzu aber a. a. O. S. 457, wo von diesen Arten, vorzüglich von *Bupleurum falcatum*, angenommen wird, dass sie in die Lausitz wahrscheinlich aus dem böhmischen Mittelgebirge eingewandert sind, sowie S. 635, wo behauptet wird, dass sie teils aus Böhmen, teils von der Oder her eingewandert sind.

3) Aussagen wie: „War damals [d. h. früh in der letzten Eiszeit] das Hauptgemisch [aus pontischen Steppenpflanzen und präalpinen Arten], sehr langsam und allmählich, entstanden, so konnten sich die präalpin-pontischen Genossenschaften bei der Einkehr heutiger Verhältnisse an die Plätze begeben, wo wir sie heute teils zusammen, teils nahe bei einander finden“ (S. 631), verstehe ich nicht.

4) Vgl. hierzu SCHULZ, Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke der oberrheinischen Tiefebene und ihrer Umgebung (Stuttgart 1906) S. 7—8 und 79 u. f.

5) Vgl. hierzu SCHULZ, a. a. O. S. 9—11 und 91, Anm. 44, sowie SCHULZ, Das Schicksal der Alpenvergletscherung nach dem Höhepunkte der letzten Eiszeit, Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1904, S. 266—275.

zu leben vermochten[1]). Es lässt sich dies am leichtesten[2]) durch einen Vergleich der — gegenwärtigen — Verbreitung dieser Elemente in während des Höhepunktes der Periode des Bühlvorstosses bedeutend vereisten Gebieten des nördlicheren Europas, in Skandinavien und in dem mittleren und westlichen Teile der Nordalpen[3]), mit ihrer Verbreitung in dem während dieser Zeit nicht vereisten Teile des mittleren Europas erkennen. In jenen Gebieten können diese Gewächse ganz sicher nicht während des Höhepunktes der Periode des Bühlvorstosses gelebt haben, sondern sich erst nach diesem Zeitpunkte angesiedelt haben, und zwar nur während eines Zeitabschnittes, wo nicht nur in jenen Gebieten, sondern im ganzen nördlicheren Europa ein bedeutend trockneres und heisseres Sommerklima und ein bedeutend trockneres und kälteres Winterklima herrschte als gegenwärtig[4]). Im Verlaufe dieses — von mir als trockenster Abschnitt der ersten heissen Periode bezeichneten — Zeitabschnittes müssen sich diese Gewächse auch in dem während der vorausgehenden Vergletscherungsperiode nicht eisbedeckten Teile Mitteleuropas weit ausgebreitet haben. Nun enthält das Areal der meisten von ihnen in den bezeichneten vordem vereisten Gebieten sehr grosse natürliche — d. h. nicht durch den Menschen geschaffene — Lücken. Diese können nicht ursprünglich sein, sondern ihre Entstehung nur einem Aussterben der betreffenden Gewächse auf dem Raume der Lücken während einer auf die Ansiedlungszeit dieser Gewächse, in der deren Verbreitung in jenen Gebieten ohne Zweifel sehr gleichmässig war, folgenden ungünstigen Periode — mit kühlem und feuchtem Sommerklima — verdanken[5]). In dieser — von mir als erste kühle Periode bezeichneten — Periode müssen auch die zahlreichen grossen Lücken der Areale der Mehrzahl der Elemente der zweiten Gruppe in dem in der Periode des Bühlvorstosses nicht eisbedeckten Teile Mitteleuropas — also auch

1) Es wuchsen damals in Mitteldeutschland allerdings nicht wenige solche Arten, die während des trockensten Abschnittes der ersten heissen Periode wieder in Mitteldeutschland eingewandert sind, doch hatten ihre damaligen mitteldeutschen Individuengruppenreihen eine ganz andere klimatische Anpassung als diese neuen Einwanderer. Von den ausschliesslich zur zweiten Elementegruppe gehörenden Arten war damals wohl keine in Mitteldeutschland vorhanden.

2) Auch auf andere Weise lässt sich dies nachweisen; ich will an dieser Stelle aber hierauf nicht eingehen.

3) Vom Inngebiete (einschliesslich dieses) bis zum Rhonegebiete (einschliesslich dieses).

4) Betreffs der Gründe für diese Annahme vgl. SCHULZ, Entwicklungsgeschichte der phanerogamen Pflanzendecke Mitteleuropas nördlich der Alpen, (Stuttgart 1899) S. 80 u. f., Derselbe, Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke der Schweiz, a. a. O. S. 170 u. f., und Derselbe, Über einige Probleme usw., a. a. O., S. 199 u. f.

5) Vgl. vorige Anm.

in Mitteldeutschland — entstanden sein; sie lassen deutlich erkennen, dass ein bedeutender Teil der betreffenden Gewächse damals in diesem Gebiete dem Aussterben nahe war. Das Vorhandensein dieser Periode lässt sich im Alpengebiete geologisch sehr leicht nachweisen; es ist diese Periode nämlich der Zeitabschnitt des Gschnitzvorstosses der Alpengletscher PENCK's, welch letzterer viel unbedeutender war als der Bühlvorstoss[1]). Wenn aber schon während des Zeitabschnittes des Gschnitzvorstosses das Klima Mitteldeutschlands so ungünstig für diese Gewächse war, so muss das Klima der Periode des Bühlvorstosses[2]) deren vollständiges Verschwinden aus Mitteldeutschland herbeigeführt haben. Sie können sich also erst nach dieser Periode in Mitteldeutschland fest angesiedelt haben; und zwar muss ihre Ansiedlung in denselben durch kontinentales Klima ausgezeichneten Zeitabschnitt — den trockensten Abschnitt der ersten heissen Periode — fallen, in dem sie sich in den während der Periode des Bühlvorstosses stark vereisten Gebieten angesiedelt haben. Während dieses Zeitabschnittes hielt das nordische Inlandeis nicht mehr den pommersch-preussischen Landrücken besetzt, und bestanden auch nicht mehr die Urströme längs den Stillstandslagen des abschmelzenden Inlandeises[3]), sondern es hatte schon bei Beginn dieses Zeitabschnittes im nördlicheren Europa das perennierende Eis einen geringeren Umfang als gegenwärtig[4]).

In Mitteldeutschland sind die Elemente der 2. Gruppe wohl sämtlich ausschliesslich aus Ungarn und Südrussland, wo sie sich während des Höhepunktes der Periode des Bühlvorstosses erhalten hatten, eingewandert. Den ungarischen Einwanderern standen zur Einwanderung in Mitteldeutschland drei Wege zur Verfügung: 1. von der Donau durch das Waag- und Marchgebiet nach dem oberen Odergebiete und von hier nördlich der nördlichen Randumwallung Mährens und Böhmens nach Westen, 2. durch das österreichisch-

1) Vgl. hierzu z. B. SCHULZ, Die Wandlungen des Klimas, der Flora, der Fauna und der Bevölkerung der Alpen und ihrer Umgebung vom Beginne der letzten Eiszeit bis zur jüngeren Steinzeit, Zeitschrift für Naturwissenschaften, 77. Bd. (1904) S. 41 u. f., sowie SCHULZ, Das Schicksal der Alpenvergletscherung usw., a. a. O.

2) Dieses muss denselben Charakter wie jenes, aber bedeutend kühlere Sommer als jenes besessen haben; vgl. hierzu SCHULZ, Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke der oberrheinischen Tiefebene S. 79 u. f.

3) DRUDE's Annahme einer Einwanderung der Steppenpflanzen an den Urströmen ist somit ganz unbegründet.

4) Auf die natürlichen Verhältnisse Mitteleuropas während dieses Zeitabschnittes will ich hier nicht näher eingehen; vgl. betreffs derselben z. B. SCHULZ, Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke der oberrheinischen Tiefebene S. 11 u. f. Das, was DRUDE mir a. a. O., S. 624, 3. Absatz zuzuschreiben scheint, habe ich, der ich zuerst die interglacialen und die postglacialen Steppenzeiten scharf von einander geschieden habe, selbstverständlich nie behauptet.

mährische Donaugebiet und Böhmen[1]) und 3. durch das österreichisch-mährische Donaugebiet nach dem bayerischen Donaugebiete und von hier durch das Maingebiet nach dem Werragebiete und dem im Osten an dieses angrenzenden Elbegebiete. Der erste dieser drei Wege war ohne Zweifel der bequemste; die Mehrzahl der ungarischen Einwanderer ist sicher — ein grosser Teil davon ist sogar wohl ausschliesslich — auf ihm, von der Oder ab zusammen mit den südrussischen Einwanderern[2]), nach Mitteldeutschland gewandert. Der Weg durch Böhmen war zwar der kürzeste, aber trotzdem ohne Zweifel der beschwerlichste[3]); auf ihm sind vielleicht nur solche Arten nach Mitteldeutschland gelangt, die auch auf den beiden anderen Wegen oder auf dem einen von diesen dorthin gelangt sind[4]). Bei keinem einzigen der damaligen ungarischen Einwanderer lässt sich bestimmt sagen, auf welchem oder welchen von den beschriebenen Wegen er nach Mitteldeutschland gelangt ist; und nur bei recht wenigen der ungarischen Einwanderer kann einer dieser Wege als der wahrscheinlichste Einwanderungsweg hingestellt werden. Bei sehr vielen der damaligen Einwanderer lässt es sich nicht einmal sagen, ob sie in Mitteldeutschland aus Südrussland oder aus Ungarn oder sowohl aus diesem als auch aus jenem Lande eingewandert sind[5]). Sowohl Schlesien als auch das Königreich Sachsen war am Schlusse der Einwanderungszeit dieser Elemente sehr reich an solchen, ohne Zweifel reicher als der weiter westlich gelegene Teil Mitteldeutschlands, vorzüglich der westliche Teil des Saalebezirkes und das Wesergebiet. Sie verdankten, wie schon angedeutet wurde, ihren Reichtum vorzüglich der Einwanderung aus Südrussland und der von der Donau her durch das Waag- und Marchgebiet. Diese beiden Einwanderergruppen drangen von der Oder her durch das sächsische und das märkische Elbegebiet nach der Saale und der Elbe unterhalb der Saalemündung vor[6])[7]).

1) In Böhmen haben sich meines Erachtens ebensowenig wie in Mitteldeutschland während des Höhepunktes der Periode des Bühlvorstosses Elemente der 2. Gruppe erhalten.

2) Diese waren an die Oder aus dem Weichselgebiete in breitem Strome gelangt.

3) Obgleich diese Gewächse damals hinsichtlich ihrer Anforderungen an den Boden sehr indifferent waren.

4) An den dritten dieser Einwanderungswege, der namentlich für den westlichen Teil Mitteldeutschlands — bis zur Saale hin — grosse Bedeutung hat, scheint DRUDE gar nicht gedacht zu haben.

5) Näheres über die damaligen Wanderungen dieser Gewächse in Mitteleuropa findet sich in meinen neueren Schriften über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteleuropas.

6) Sie wanderten — wie in den übrigen Gegenden Mitteleuropas — nicht nur in den Stromtälern; an ihren Wanderungen hatte das strömende Wasser nur einen sehr geringen Anteil.

7) Auf ihre Wanderungen in dem westlich von der Saale-Elbegrenze gelegenen

Recht viele sowohl der russischen als auch der ungarischen Wanderer drangen durch Schlesien und das Königreich Sachsen hindurch in Böhmen ein[1]). Vielleicht war die Anzahl der damals von Norden her nach Böhmen gelangten Elemente der 2. Gruppe bedeutender als die der gleichzeitig aus Böhmen in Schlesien und Sachsen eingewanderten[2]). Eine Umgehung von Schlesien und des Königreichs Sachsen durch eine grosse Anzahl Steppenpflanzen im Norden von der Weichsel her, die DRUDE nach LOEW's Vorgange annimmt[3]), fand nicht statt. Die Verhältnisse, die diese irrtümliche Annahme veranlasst haben[4]), haben sich erst lange nach der Zeit der Einwanderung und Ansiedelung der Elemente der 2. Gruppe in Mitteldeutschland ausgebildet[5]); und zwar in der schon erwähnten, für diese Gewächse so ungünstigen ersten kühlen Periode, in der diese — soweit wie sie sich überhaupt erhielten[6]) — einen sehr grossen, die meisten von ihnen wohl den grössten Teil ihres mitteleuropäischen Areals einbüssten. Damals war für diese Elemente das Klima in den im Norden an die nördliche Randumwallung Mährens und Böhmens angrenzenden Landstrichen — in Schlesien und dem Königreich Sachsen — soviel ungünstiger als in den weiter nördlich gelegenen Strichen des Oder- und Elbegebietes und vorzüglich im Saalebezirke[7]), dass Schlesien und das Königreich Sachsen einen bedeutend grösseren Teil ihrer Elemente der 2. Gruppe verloren als die märkischen Oder- und Havelgegenden — deren Bodenverhältnisse viel ungünstiger sind — und vor allem der — allerdings durch sehr günstige Bodenverhältnisse ausgezeichnete — Saale-

---

Teile Mitteldeutschlands will ich hier nicht eingehen. Das — Wenige —, was DRUDE über diese Wanderungen sagt, ist unrichtig.

1) Solche Einwanderer sind z. B. *Stipa Tirsa* Stev., *Avena desertorum* Less., *Astragalus arenarius* L. und *Jurinea cyanoides* (DC.). Bei den beiden ersten nimmt auch PODPĚRA (Über den Einfluss der Glazialperiode auf die Entwickelung der Flora der Sudetenländer, 1. Bericht der Naturw. Sektion des Vereins „Botanischer Garten in Olmütz“ (1905) S. 15), der ganz übersehen hat, dass ich schon früher die Einwanderung solcher Elemente in Böhmen von Norden her nachgewiesen habe (vgl. SCHULZ, Entwicklungsgesch. der phan. Pflanzendecke Mitteleuropas, S. 140), an, dass sie nach Böhmen von Norden her gelangt sind. Die Einwanderung dieser Elemente erfolgte vielleicht vorzüglich durch das Neissetal.

2) Es ist aber ganz ausgeschlossen, dass, wie es PODPĚRA (a. a. O.) anzunehmen scheint, sämtliche „Steppenpflanzen“ Böhmens von Norden her eingewandert sind.

3) A. a. O., S. 457, sowie die vorliegende Abhandlung, S. 443—444.

4) Vgl. hierzu die vorliegende Abhandlung, S. 443 - 444

5) Vgl. hierzu SCHULZ, Entwicklungsgesch. der phan. Pflanzendecke Mitteleuropas, S. 122 u. f.

6) Viele Einwanderer des trockensten Abschnittes der ersten heissen Periode verschwanden in der ersten kühlen Periode ganz aus Mitteleuropa.

7) Vgl. betreffs dieses SCHULZ, Grundzüge einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt Mitteleuropas seit dem Ausgange der Tertiärzeit (Jena 1894), S. 116.

bezirk, und dass nicht wenige Elemente aus dem Königreich Sachsen und vorzüglich aus Schlesien vollständig verschwanden, die sich in den märkischen Oder- und Havelgegenden und — oder — im Saalebezirke erhielten. Nur in klimatisch besonders begünstigten Strichen Schlesiens und des Königreichs Sachsen, hauptsächlich in solchen, die zugleich auch günstige Bodenverhältnisse darbieten, erhielt sich eine grössere Anzahl empfindlicherer Elemente der zweiten Gruppe. In Sachsen blieb die Elbegegend und in dieser besonders die Umgebung von Meissen — die damals das für die Elemente dieser Gruppe günstigste Klima hatte[1]) — am reichsten an solchen. Aber auch hier erhielten sich die meisten der überlebenden nur in sehr unbedeutender Verbreitung. Viele von ihnen breiteten sich jedoch später, während des von mir als trockenster Abschnitt der zweiten heissen Periode bezeichneten Zeitabschnittes von ihren Erhaltungsstellen aus an der Elbe und am Unterlaufe von Zuflüssen derselben mehr oder weniger weit aus[2]), doch drangen wohl nur wenige bis in das Elbsandsteingebirge oder bis über die Gegend von Torgau hinaus vor. Von der Saalemündung her wanderten während dieses Zeitabschnittes vielleicht gar keine Elemente dieser Gruppe in die Gegend von Meissen ein, und aus Böhmen gelangten damals in diese Gegend nur solche, die sich eine Stromtalanpassung erworben hatten und sich infolge davon mit Hilfe des strömenden Wassers ausbreiten konnten[3]). Die Areale der Elemente der 2. Gruppe verkleinerten sich später, während der zweiten kühlen Periode, noch einmal nicht

---

1) Ihr Klima war für diese Gewächse günstiger als das der weiter oberhalb gelegenen Gegend von Dresden-Pirna-Schandau, die strichweise günstige Bodenverhältnisse (Plänerkalk, vgl. DRUDE, a. a. O., S. 160 u. f.) bietet.

2) Ihr sächsisches Areal (vgl. hierzu die Karte in DRUDE's Buche) macht infolge davon den Eindruck, als sei es ein Teil ihres Einwanderungsweges in diese Landschaft längs der Elbe entweder aus Böhmen oder von der Gegend der Saalemündung her. Ich halte es aber für recht wahrscheinlich, dass die meisten der heute in Sachsen lebenden Individuen dieser Gewächse von Einwanderern abstammen, die nicht — während der ersten heissen Periode — an der Elbe in diese Landschaft gelangt sind. Auch die interessanteren Elemente der 2. Gruppe der Oberlausitz (*Stipa* „*pennata* L.“, *Bupleurum falcatum* L., *Artemisia scoparia* L. und *Lactuca quercina* L.) sind wohl nur teilweise aus Böhmen eingewandert. *Bupleurum falcatum* hat sich sein heutiges Areal in der Nähe der Neisse, das den Eindruck eines Stückes eines Einwanderungsweges aus Böhmen längs der Neisse macht, erst nach der ersten kühlen Periode erworben. Wenn man diese meines Erachtens ganz einfachen und klaren Verhältnisse so wie DRUDE zu erklären versucht (vgl. a. a. O., S. 634 und die vorliegende Abhandlung, S. 443—444), so wird allerdings „ein dunkles, hypothetisches Gebiet betreten“, in das DRUDE wohl kein denkender Forscher folgen wird.

3) Solche sind z. B. *Sisymbrium strictissimum* L. und *Tithymalus Gerardianus* (Jacq.), sowie wohl auch *Ranunculus illyricus* L. Ausserdem sind damals wohl auch Arten wie *Lycopus exaltatus* L. aus Böhmen eingewandert.

unbedeutend, worauf eine nochmalige, aber nur unbedeutende Vergrösserung der Areale während des trockensten Abschnittes der dritten heissen Periode folgte, an die sich eine erneute, ebenfalls nur unbedeutende Verkleinerung derselben während der dritten kühlen Periode anschloss, auf die die Jetztzeit folgte, in der nur eine sehr unbedeutende spontane Ausbreitung dieser Gewächse stattfindet[1]).

---

## 69. A. Ernst: Das Keimen der dimorphen Früchtchen von Synedrella nodiflora (L.) Grtn.

Mit drei Abbildungen im Text.

Eingegangen am 13. Oktober 1906.

Im Anschluss an Mitteilungen über einen Vererbungsversuch mit *Dimorphotheca pluvialis* bespricht C. CORRENS im Aprilhefte dieser „Berichte“ das Keimen der beiderlei Früchte der genannten heterokarpen Komposite. Die angestellten Keimungsversuche ergaben, dass die Früchte der zwitterigen Röhrenblüten, die „Scheibenfrüchte“, besser (in höherer Prozentzahl) und rascher keimen als die Früchte der weiblichen Strahlenblüten, die „Randfrüchte“. CORRENS ist der Ansicht, dass die Differenz in der Keimdauer wohl zu einem grossen Teil durch die ungleiche Beschaffenheit der Fruchtschale, durch ungleich leichten Zutritt des Wassers zum Embryo bewirkt werde, der Unterschied der Keimprozente dagegen sicher in einer Verschiedenheit der Konstitution der Embryonen begründet liege.

Von entwicklungsgeschichtlichen und cytologischen Untersuchungen ausgehend, über welche später an anderer Stelle berichtet werden wird, bin ich während meines Aufenthaltes in Buitenzorg auf Java dazu gelangt, Keimungsversuche mit den Früchtchen einer anderen heterokarpen Komposite, *Synedrella nodiflora* (L.) Grtn., vorzunehmen. Da die angestellten Versuche zum Resultate führten, dass nicht bloss der Unterschied in den Keimprozenten, sondern

---

1) Vgl. hierzu SCHULZ, Entwicklungsgesch. der gegenw. phan. Flora u. Pflanzendecke der Oberrheinischen Tiefebene und ihrer Umgebung, S. 20 u. f. DRUDE's Einteilung der Postglacialzeit (a. a. O., S. 624) ist falsch. Er hat ausserdem NEHRING, der die „Postglacialzeit“, d. h. die seit der „Haupteiszeit verflossene Zeit“ — ohne jeden Grund — in drei Abschnitte: in eine Tundren-, eine Steppen- und eine Waldzeit einteilte, vollständig missverstanden. Vgl. hierzu SCHULZ, diese Berichte, 20. Bd. (1902), S. 65.

auch die Differenz in der Keimdauer in der Konstitution der Embryonen beruhen muss, sei es gestattet, an dieser Stelle über die Früchtchen von *Synedrella nodiflora* und die mit denselben angestellten Keimungsversuche einige Angaben zu machen.

*Synedrella nodiflora* (L.) Grtn. ist eine krautartige Komposite (*Heliantheae-Coreopsidinae*, ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfamilien IV. Teil, V. Abt., S. 229), welche im malayischen Archipel, vom Meeresniveau bis hinauf zu 1600 *m* ü. M., sehr verbreitet ist. Mein Untersuchungsmaterial stammt von Schuttplätzen zwischen Bahnhof und altem Hafen von Batavia sowie aus Kaffeegärten in der Um-

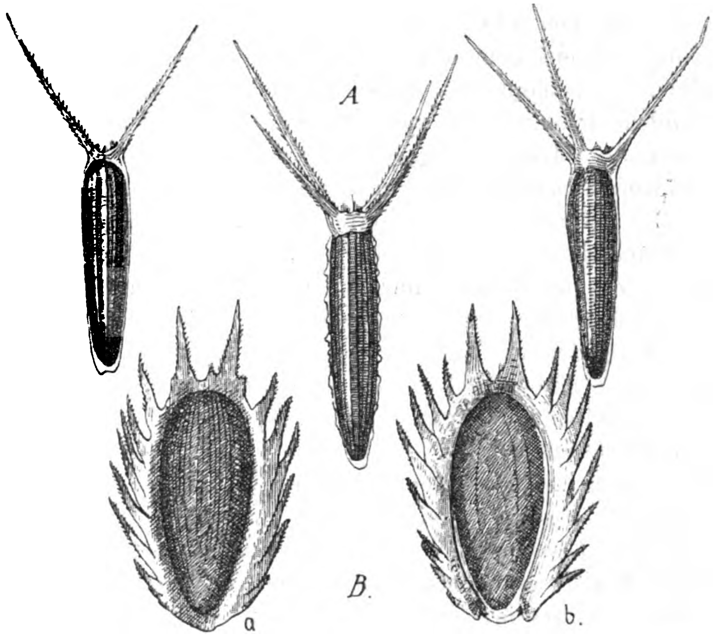



Fig. 1.
*Synedrella nodiflora.* *A* Scheibenfrüchte mit 2, 3 und 4 borstenartigen Fortsätzen. Vergr. 10. *B* geflügelte Randfrüchte, *a* von der konvexen Aussenseite, *b* von der konkaven Innenseite. Vergr. 10.

gegend von Buitenzorg. Auf späteren Exkursionen begegnete ich der Pflanze noch vielfach, u. a. am Poentjak zwischen Buitenzorg und Sindanglaja, bei Garoet und Lelès, in den Kaffeegärten bei Poespo im Tenggergebirge auf Java, in Kaffeepflanzungen bei Pajakombo und am Meere von Manindjau in den Padang'schen Bovenlanden auf Sumatra, bei Kuala Lumpur auf der malayischen Halbinsel.

Die kleinen Blütenköpfchen von *Synedrella* sitzen zu 2—4 in den Achseln der schmalen, gegenständigen Blätter; ausnahmsweise sind einzelne Köpfchen kurzgestielt. Die Köpfchen sind wenigblütig.

Zählungen an Material von Batavia (17. Oktober 1905) ergaben per Köpfchen 10—20 Blüten, wovon 3—8 Strahlen- und 7—12 Röhrenblüten. Die Gesamtsumme der Blüten von 20 Köpfchen betrug 294, nämlich 103 Strahlen- und 191 Röhrenblüten. 20 Köpfchen von Pflanzen aus einer Kaffeeplantage bei Tjiomas bei Buitenzorg (8. Februar 1906) enthielten zusammen 321 Blüten, von diesen waren 119 Strahlen-, 202 Röhrenblüten; auf das einzelne Köpfchen entfallen 9—20 Blüten, 4—8 Strahlen- und 5—13 Röhrenblüten.

Die weiblichen Strahlenblüten und die zwitterigen Röhrenblüten sind gleichmässig fruchtbar. Die aus den Strahlenblüten hervorgehenden „Randfrüchtchen" sind plattgedrückt und auf der Schmalseite geflügelt. Der Flügelrand ist ziemlich unregelmässig zerschlitzt und bildet meistens eine Anzahl vorwärtsgerichteter steifer Borsten. Der dunkel erscheinende Same ist langgestreckt-eiförmig. Die „Scheibenfrüchtchen" sind walzenförmig, am Mikropylenende leicht zugespitzt; der Mikropyle gegenüber bildet die Fruchtschale eine scheibenförmige Schicht, von welcher die feingezähnten Borsten ausgehen. Die Anzahl derselben beträgt 2—4, die grosse Mehrzahl der Scheibenfrüchtchen weist 2 Borsten auf. Von 393 Früchtchen waren 313 mit 2, 77 mit 3 und nur 3 mit 4 borstenartigen Fortsätzen. Die Gesamtlänge der Früchtchen schwankt zwischen 5 und 7,5 *mm*. Die Länge des Samens ist 4—5 *mm*; seine Breite in Randfrüchtchen 1—2 *mm*, in Scheibenfrüchtchen 1—1$^1/_2$ *mm*. Das Gewicht der lufttrockenen Randfrucht beträgt 0,73 *mg*, der Scheibenfrucht 0,43 *mg*. (Mittel von 800 Stück).

Die ersten im November 1905 angestellten Keimungsversuche mit *Synedrella* ergaben ähnliche Resultate, wie sie seither durch CORRENS für *Dimorphotheca* bekannt gemacht worden sind. Bei erweiterter Fragestellung ergab sich ferner, dass die Keimung der beiderlei Früchtchen in verschiedenem Masse vom Lichte beeinflusst wird.

Von den äusseren Faktoren, welche als absolut notwendige Bedingungen für die vollständige Entwicklung der Pflanzen bekannt sind, spielt bekanntlich das Licht bei der Keimung von Sporen und Samen, bei der Fortentwicklung von Knospen eine verschiedene Rolle. Für die Sporen der Laub- und Lebermoose, die Brutknospen der Marchantiaceen, die Sporen der Farne[1]) ist Belichtung einer der bedingenden Faktoren zur Einleitung der Keimung. Die mit oder ohne Lichtreiz gebildeten Knospen der Phanerogamen, sowie deren Samen, die ja in der Natur meistens im Erdboden, also bei mehr oder weniger grossem Lichtmangel keimen, beginnen die Entwicklung zunächst auch ohne Lichtwirkung. Einige Phanerogamen machen

1) W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie II, S. 105.

hiervon eine Ausnahme Durch die Untersuchungen von WIESNER[1]) wurde festgestellt, dass die Lichteinwirkung unentbehrlich ist für das Keimen der Samen von *Viscum album*, während die Samen der tropischen *Viscum*-Arten, *V. articulatum* und *V. orientale*, sowie der *Loranthus*-Arten auch im Dunkeln keimen. Auch auf die Keimung der Samen verschiedener anderer Phanerogamen, wie *Poa nemoralis*, *pratensis*, *Agrostis stolonifera*. *Nicotiana macrophylla*, *Veronica peregrina*[2]) übt das Licht zweifellos einen begünstigenden Einfluss aus.

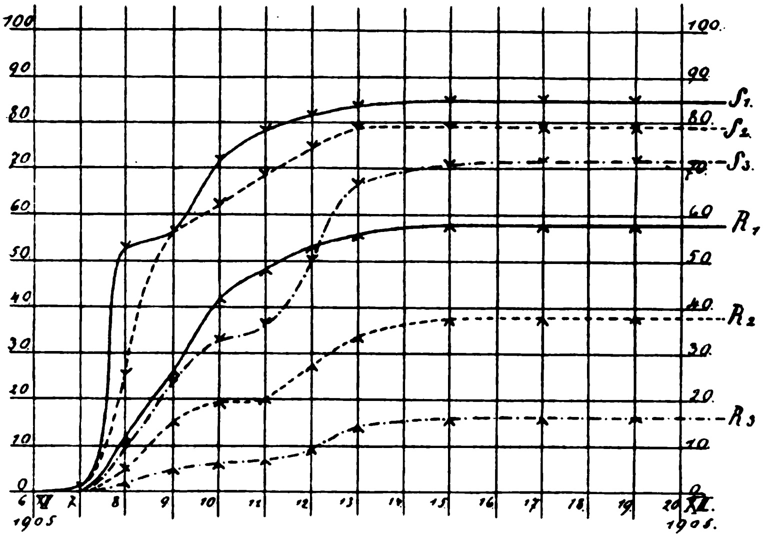



Fig. 2.

*Synedrella nodiflora.* Keimungsversuch mit Rand- (*R*) und Scheibenfrüchtchen (*S*) vom 6. Dezember 1905. Auf der Abscissenachse sind die Tage vom Beginn des Versuches an als Ordinaten die Zahlen der Früchtchen mit freien Keimwürzelchen aufgetragen. $S_1$ „Scheibenfrüchtchen“, $R_1$ „Randfrüchtchen“ in Glasdose am Fenster, $S_2$ und $R_2$ an der Hinterwand des Arbeitssaales, $S_3$ und $R_3$ im Dunkeln aufgestellt.

Bei den Keimungsversuchen mit *Synedrella* wurden die Früchtchen jeweilen am Abend zwischen 4 und 6 Uhr zur Quellung in Wasser gelegt und am folgenden Morgen auf angefeuchtetem Filtrierpapier in

1) J. WIESNER, Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. 3. Versuche mit keimendem *Viscum*-Samen. Sitzungsber. der math.-nat. Kl. der Akad. der Wiss Bd. 102. II. Abt. Wien 1893. — Pflanzenphysiolog Mitteilungen aus Buitenzorg. IV. Vergl. physiolog. Studien über die Keimung europäischer nnd tropischer Arten von *Viscum* und *Loranthus* s. o. Bd. 103. I. Abt. 1894. — Über die Ruheperiode und über einige Keimungsbedingungen der Samen von *Viscum album*. Ber. der Deutschen Botan. Ges. Bd. XV. 1897.

2) E. HEINRICHER, Ein Fall beschleunigender Wirkung des Lichtes auf die Samenkeimung. Ber. der Deutschen Botan. Ges. Bd. XVIII. 1899. S. 308.

Ta-

| Zahl der Früchtchen | S = Scheibenfrüchtchen R = Randfrüchtchen | Belichtung | Zahl der | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 13. | 14. | 15. |
| | | | | | Februar |
| 100 | S | am Fenster im gemischten Lichte | — | 4 | 30 |
| 100 | R | | — | — | 14 |
| 100 | S | am Fenster unter der K-bichromat-Glasglocke | — | 1 | 18 |
| 100 | R | | — | — | 9 |
| 100 | S | am Fenster unter der Cu-oxydammoniak-Glasglocke | — | — | 12 |
| | R | | — | — | — |
| 100 | S | Völlig verdunkelt | — | — | 10 |
| 100 | R | | — | — | 1 |

grossen Glasdosen zur Keimung ausgebreitet. Bei einem Versuche vom 6. Dezember 1905, dessen Ergebnisse in Fig. 2 graphisch dargestellt sind, kamen 300 Rand- und 300 Scheibenfrüchtchen zur Verwendung. Von den drei Glasdosen mit je 100 Randfrüchtchen und 100 Scheibenfrüchtchen wurde eine am Fenster, die zweite an der Hinterwand des Fremdenlaboratoriums (6 *m* vom Fenster entfernt), die dritte im Dunkelraume aufgestellt. An jedem der folgenden vierzehn Tage wurden morgens die Früchtchen mit ausgetretenem Keimwürzelchen gezählt.

Aus dem Vergleich der Kurven, welche durch die der Zahl der Keimlinge entsprechenden und mit ⌄ für die Scheiben-, mit ^ für die Randfrüchtchen bezeichneten Ordinatenpunkte gezogen sind, ergibt sich, dass die Scheibenfrüchtchen am Fenster, an der Hinterwand des Saales und im Dunkeln fast gleich gut und selbst im Dunkeln zu einem bedeutend höheren Prozentsatz keimen als die Randfrüchtchen unter günstigsten Bedingungen. Während Lichtabnahme und gänzlicher Lichtmangel die Prozentzahl der keimenden Scheibenfrüchtchen von 85 pCt. im Lichte nur bis zu 72 pCt. im Dunkeln vermindern lassen, sinkt diejenige der Randfrüchtchen von 58 pCt. im Lichte auf 37 pCt. an der Hinterwand des Raumes und auf 16 pCt. im Dunkeln. Die Prozentzahl der keimenden Randfrüchtchen ist also in viel höherem Masse von der Einwirkung des Lichtes zu Beginn der Keimung abhängig als diejenige der Scheibenfrüchtchen. Der Kurvenverlauf lässt ferner deutlich erkennen, dass die Keimung am raschesten an den belichteten Scheibenfrüchtchen erfolgt, dass Lichtabnahme und Lichtabschluss den Eintritt ihrer Keimung nur soweit verzögern, dass die unbelichteten Scheibenfrüchtchen fast ebenso rasch keimen wie die belichteten Rand-

belle 1.

| Früchtchen mit freiem Würzelchen am: | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16. | 17. | 18. | 19. | 20. | 21. | 22. | 23. | 24. | 25. | 26. |
| 1906 | | | | | | | | | | |
| 57 | 59 | 60 | 62 | 71 | — | 73 | — | 73 | — | 73 |
| 28 | 37 | 40 | 44 | 56 | — | 60 | — | 60 | — | 60 |
| 43 | 53 | 58 | 63 | 65 | — | 70 | — | 70 | — | 70 |
| 19 | 26 | 27. | 30 | 42 | — | 48 | — | 48 | — | 48 |
| 18 | 26 | 28 | 32 | 33 | — | 34 | — | 34 | — | 34 |
| — | 2 | 2 | 4 | 4 | — | 8 | — | 8 | — | 8 |
| 18 | 35 | 50 | 52 | 52 | — | 53 | — | 53 | — | 53 |
| 5 | 8 | 10 | 12 | 13 | — | 13 | — | 14 | — | 14 |

früchtchen. Bei Verminderung der Lichtintensität und im Dunkeln wird der Beginn der Keimung der Randfrüchtchen dagegen stark verzögert.

Durch weitere Versuche wurde der Einfluss der Lichtstrahlen verschiedener Brechbarkeit auf den Keimungsverlauf festgestellt.

Tabelle 1 enthält die Ergebnisse eines am 13. Februar 1906 begonnenen Versuches, bei welchem je 100 Rand- und 100 Scheibenfrüchtchen im gemischten, gelben und blauen Lichte am Fenster sowie im Dunkeln zur Keimung in Glasdosen ausgelegt wurden. Die Ergebnisse sind durchweg eindeutig und stimmen, soweit es sich um dieselben Versuchsbedingungen handelt, mit denjenigen des zuerst mitgeteilten Versuches überein. Nach vierzehntägiger Versuchsdauer ist die Zahl der im Lichte keimenden Scheibenfrüchtchen 73, der im Dunkeln keimenden 53. Die Verminderung der Zahl der keimenden Randfrüchtchen von 60 im Lichte auf nur 14 im Dunkeln beweist wieder die Empfindlichkeit dieser Früchtchen für Lichtmangel. Interessant ist der Vergleich der Keimzahlen von Licht- und Dunkelkultur mit den Ergebnissen der Aussaaten im homogenen, stark und schwach brechbaren Lichte. Im gelben Lichte ist die Anzahl der keimenden Rand- und Scheibenfrüchtchen nur wenig kleiner als im gemischten Lichte, die Verzögerung im Eintritte der Keimung eine unmerkliche. Im blauen Lichte sinkt dagegen für beiderlei Früchtchen die Prozentzahl der Keimlinge sogar unter diejenige der Dunkelkultur; der Eintritt der Keimung wird zudem stark verzögert. Während also im wenig brechbaren Teil des Spektrums Keimfähigkeit und Raschheit der Keimung nur wenig vermindert werden, üben die stark brechbaren Lichtstrahlen nicht bloss einen stark verzögernden Einfluss aus, sondern bedeuten für

Ta-

| Zahl der Früchtchen | S = Scheibenfrüchtchen R = Randfrüchtchen | Belichtung | Zahl der 13. | 14. | 15. Februar |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 | S | am Fenster im gemischten Lichte | — | — | — |
| 100 | R | | — | — | — |
| 100 | S | am Fenster unter der K-bichromat-Glasglocke | — | — | — |
| 100 | R | | — | — | — |
| 100 | S | am Fenster unter der Cu-oxydammoniakglasglocke | — | — | — |
| 100 | R | | — | — | — |
| 100 | S | Völlig verdunkelt | — | — | — |
| 100 | R | | — | — | — |

die Mehrzahl der Früchtchen eine direkte Verhinderung des Keimprozesses.

Weitere Ergebnisse zur Beurteilung des Einflusses von Lichtintensität und Lichtqualität auf den Verlauf der Keimung erhält man, wenn nicht nur der Zeitpunkt des Austretens der Keimwurzel, sondern z. B. auch derjenige der Ausbreitung der aus der Fruchthülle herausgeschlüpften Keimblättchen notiert wird. Solche Zählungen wurden einmal an den bereits besprochenen Kulturen auf Filtrierpapierunterlage, sodann auch an Topfkulturen vorgenommen. Bei den letzteren wurden die gequollenen Früchtchen in Blumentöpfen auf gute Gartenerde ausgelegt und hierauf mit einer 2—3 *mm* hohen Schicht feiner Erde zugedeckt. Fig. 3 gibt wiederum die graphische Darstellung eines solchen, am 24. Januar 1906 begonnenen Versuches. Nach dem Austreten des Würzelchens aus der Samen- und Fruchthülle erfolgt im Lichte im Verlaufe von ein bis drei weiteren Tagen die Streckung des Hypokotyls und die Ausbreitung der Kotyledonen. Auch bei dieser Art der Versuchsanstellung und Zählung liefern die Scheibenfrüchtchen im Lichte, an der Hinterwand des Raumes und im Dunkeln das bessere Keimungsresultat. Die Keimung erfolgt rascher und die Prozentzahl der keimenden Früchtchen ist grösser.

Die Vergleichung der entsprechenden Kurven von Fig. 2 und 3 ergibt in der Hauptsache Folgendes: Die Randfrüchtchen liefern in den Topfkulturen ungefähr ebenso viele Keimlinge mit ausgebreiteten Kotyledonen wie die entsprechenden Filtrierpapierkulturen mit gleicher Belichtung; Abnahme der Lichtintensität wirkt verzögernd, Lichtabschluss verzögernd und verhindernd. In stärkerem Masse kommt nun der Einfluss von Lichtmangel und Lichtabschluss auch

**belle 2.**

| Keimlinge mit freien Kotyledonen am: | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16. 1906 | 17. | 18. | 19. | 20. | 21. | 22. | 23. | 24. | 25. | 26. |
| 8 | 16 | 23 | 51 | 53 | — | 55 | — | 56 | — | 56 |
| 4 | 11 | 14 | 23 | 30 | — | 33 | — | 34 | — | 34 |
| 8 | 14 | 18 | 29 | 37 | — | 37 | — | 38 | — | 38 |
| 3 | 9 | 14 | 18 | 23 | — | 23 | — | 23 | — | 23 |
| — | 2 | 6 | 14 | 18 | — | 20 | — | 24 | — | 24 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 1 | 3 | 11 | 19 | — | 19 | — | 22 | — | 28 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

im weiteren Keimungsverlauf der Scheibenfrüchtchen zum Ausdruck. Nach Fig. 2 und Tabelle 1 ist der Keimungsbeginn derselben fast unabhängig von der Einwirkung des Lichtes. Für die Streckung des Hypokotyls und die Ausbreitung der Keimblätter bedeuten Lichtabnahme und Lichtabschluss sowohl Verlangsamung wie Hemmung; der verzögernde und hemmende Einfluss des Lichtmangels äussert sich also auch bei der Keimung der Scheibenfrüchtchen, aber in einem späteren Stadium.

Auch Zählungen an Kulturen auf Filtrierpapier in Glasdosen zeigen ähnliche Ergebnisse. Tabelle 2 gibt hierüber, sowie über den Einfluss der Strahlen verschiedener Brechbarkeit auf den weiteren Keimungsverlauf den notwendigen Aufschluss. Sie bezieht sich auf dieselben Kulturen wie Tabelle 1. Aus ihren Angaben geht zunächst hervor, dass die Scheibenfrüchtchen stets eine grössere Anzahl von Keimpflanzen liefern als die Randfrüchtchen. An einer Anzahl Scheibenfrüchtchen mit hervorgebrochenen Würzelchen unterbleibt die Weiterentwickelung sowohl im gemischten als im gelben Lichte, besonders aber im Dunkeln und im blauen Lichte. Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, ist die Zahl der im Dunkeln und im stark brechbaren Lichte in Keimung tretenden Randfrüchtchen sehr klein. Von je 100 Früchtchen beginnen im blauen Lichte 24, im Dunkeln 28 zu keimen; die Weiterentwickelung wird durch den Mangel der wenig brechbaren Strahlen gehemmt, an keinem einzigen Keimling erfolgt die Streckung des Hypokotyls und die Entfaltung der Keimblätter.

Die Ergebnisse der besprochenen, sowie weiterer Versuche lassen sich etwa folgendermassen zusammenfassen:

1. Die Scheibenfrüchte von *Synedrella nodiflora* keimen auf Fil-

trierpapier und auf Gartenerde besser (in höherer Prozentzahl) und rascher als die Randfrüchte.

2. Abnahme der Lichtintensität und völliger Lichtmangel sind ohne grösseren Einfluss auf die Einleitung der Keimung der Scheibenfrüchtchen, verlangsamen dagegen die Streckung des Hypokotyls und die Entfaltung der Kotyledonen; die Prozentzahl der keimenden Randfrüchtchen dagegen wird bei Verminderung der Lichtintensität und bei Lichtabschluss stark herabgesetzt, der Eintritt der Keimung

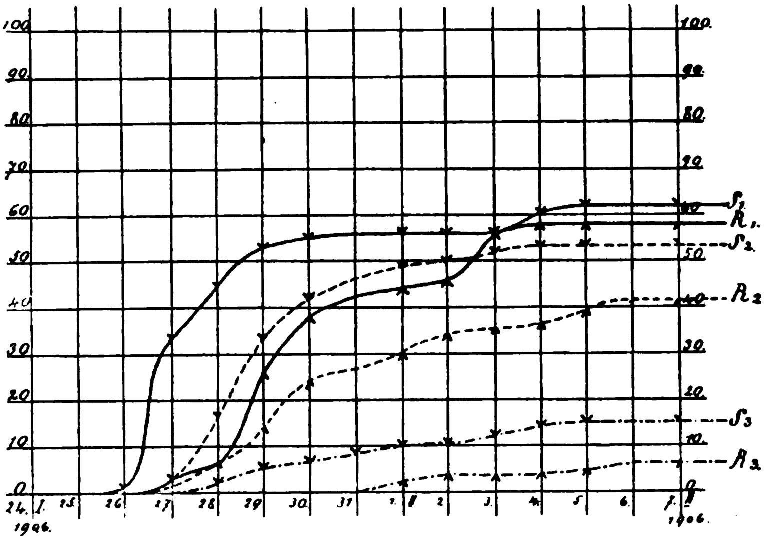


Fig. 3.

*Synedrella nodiflora.* Keimungsversuch mit Rand- (R) und Scheibenfrüchtchen (S) vom 24. Januar 1906. Auf der Abscissenachse sind die Tage vom Beginn des Versuches an, als Ordinaten die Anzahl der Keimlinge mit gestrecktem Hypokotyl und ausgebreiteten Kotyledonen an den aufeinanderfolgenden Tagen eingetragen. $S_1$ Scheibenfrüchtchen, $R_1$ Randfrüchtchen im Topf ausgesät am Fenster, $S_2$ und $R_2$ an der Hinterwand des Arbeitssaales, $S_3$ und $R_3$ im Dunkeln.

erfolgt verspätet und die weitere Ausbildung des Keimlings unterbleibt.

3. Der fördernde Einfluss des gemischten Lichtes auf die ersten Keimungsstadien der Randfrüchtchen, sowie auf die Weiterentwickelung aller Keimlinge beruht auf der Wirkung der weniger brechbaren Strahlen; die stark brechbaren Strahlen verzögern den Eintritt der Keimung und hemmen die weitere Entwickelung der aus den Randfrüchtchen hervorgegangenen Keimlinge vollständig.

Zürich, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

# 70. C. Correns: Die Vererbung der Geschlechtsformen bei den gynodiöcischen Pflanzen.

Eingegangen am 24. Oktober 1906.

Vor einem Jahr (II)[1]) und vor zweien (I)[2]) habe ich an dieser Stelle über Versuche berichtet, die Vererbung der Geschlechtsformen der höheren Pflanzen, zunächst jene der Gynodiöcisten, aufzuklären. Ich wurde zur Aufstellung zweier Gesetze geführt (II, S. 462): dass jede Geschlechtsform Keimzellen hervorbringt, die die Tendenz haben, wieder dieselbe Geschlechtsform hervorzubringen, und dass die Tendenz der phylogenetisch jüngeren, eingeschlechtig gewordenen Formen über die der zwitterigen Urform dominiert. In einer weiteren Mitteilung[3]) habe ich dann den experimentellen Beweis für die von vornherein wahrscheinliche Annahme gebracht, dass bei einer gynomonöcischen Pflanze die Eizellen der zwitterigen und der weiblichen Blüten Träger der gleichen Anlagen im gleichen Zustand sind.

Kurz nach meiner zweiten Mitteilung ist eine von C. RAUNKIAER erschienen[4]), die über ähnliche, unabhängig begonnene Versuche mit *Thymus vulgaris* und *Knautia arvensis* berichtet. Die Ergebnisse, die der dänische Forscher bei *Knautia* erhalten hat, stimmen zu den von mir formulierten Gesetzen hinreichend gut: 4 zwitterige Pflanzen gaben 73 zwitterige und 7 (= 9 pCt.) weibliche Nachkommen; 6 weibliche dagegen 197 weibliche (= 72 pCt.), 44 zwitterige (= 16 pCt.) und 31 gynomonöcische (= 11 pCt.), — besonders wenn man annehmen dürfte, dass zwei der als weiblich bezeichneten Stammpflanzen eigentlich gynomonöcisch und nur zur Zeit der Bestimmung zufällig rein ♀ gewesen wären. Bei meinen eigenen Versuchen mit *Knautia* habe ich die Erfahrung gemacht, dass ein zunächst als ♀ bestimmter Stock nachträglich sich noch als ☿♀ herausgestellt hat. Bei *Thymus* stimmen RAUNKIAER's Ergebnisse nur für die weiblichen

---

1) Weitere Untersuchungen über die Gynodiöcie. Diese Berichte, Bd. XXIII, S. 452 (1905). Im Folgenden mit II zitiert.

2) Experimentelle Untersuchungen über die Gynodiöcie. Diese Berichte, Bd. XXII, S. 506 (1904). Dort findet man auch die Versuche DARWIN's und WILLIS' angeführt. Im Folgenden mit I zitiert.

3) Ein Vererbungsversuch mit *Dimorphotheca pluvialis*. Diese Berichte, Bd. XXIV, S. 162 (1906).

4) C. RAUNKIAER, Sur la transmission par hérédité dans les espèces hétéromorphes. Acad. Royale des Sciences et des Lettres de Danemark. Bull. de l'année 1906, No 1. Die Arbeit gelangte erst kurz vor der Redaktion dieser Mitteilung in meine Hände.

Pflanzen, hier aber recht gut: sie gaben unter 44 Nachkommen 42 weibliche. Die zwitterigen Pflanzen brachten dagegen unter 60 Nachkommen nur 21 Zwitter (= 35 pCt.) und 39 weibliche Individuen (= 65 pCt.) hervor. Ich habe seinerzeit, als ich die Versuche begann, zwischen *Thymus* und *Satureia* geschwankt, dann aber aus verschiedenen Gründen das zweite Objekt gewählt und kenne also *Thymus* nicht aus eigenen Versuchen, kann aber nicht glauben, dass sich die beiden wirklich prinzipiell verschieden verhalten sollten. Es ist z. B. doch vielleicht möglich, dass ein Teil der von RAUNKIAER als weiblich gezählten Nachkommen eigentlich gynomonöcisch und nur im weiblichen Stadium war[1]). Diesen Fehler habe ich selbst bei meinen *Satureia*-Versuchen im Anfang begangen. Mir hat jedenfalls die letzte „Kampagne" nur Bestätigungen der Gesetze für die beiden extremen Geschlechtsformen gebracht, bei den alten Objekten sowohl wie bei einigen neuen (*Silene dichotoma*, *Plantago lanceolata*).

## Satureia hortensis.

Diese Art kommt nur in gynomonöcischen („± zwitterigen") und in rein weiblichen Exemplaren vor (I, S. 458); reine Zwitter habe ich noch nicht gesehen.

Die Versuche konnten heuer mit verschiedenartigem Material fortgesetzt werden. 1905 waren unter anderem (II, S. 458) **A**: 39 Nachkommen ± zwitteriger Mütter und Grossmütter[2]) und **B**: 36 Nachkommen weiblicher Mütter und Grossmütter unter gleichen Bedingungen in Töpfen gezogen und von Anfang bis gegen Ende der Blütezeit (Anfang Juli bis Ende September) in kurzen Zwischenräumen immer wieder genau untersucht worden, sodass ihr Verhalten ganz genau bekannt war. Jene (A) waren alle als ± zwitterig, diese (B) als rein weiblich befunden worden, bis auf zwei, die ± zwitterig waren. Von allen wurden Samen gesammelt; dabei waren die Exemplare der Gruppe **A** in zwei Haufen gebracht worden, ebenso die weiblichen Exemplare der Gruppe **B**, während jedes der beiden gynomonöcischen Exemplare dieser Gruppe für sich abgeerntet worden war. Im Ganzen konnten also sechs Aussaaten gemacht werden:

Versuch 1: Samen der ± zwitterigen Pflanzen von **A**, Exemplar 1—16.
Versuch 2: Samen der ± zwitterigen Pflanzen von **A**, Exemplar 17—39.
Versuch 3: Samen der ± zwitterigen Pflanze 16 von **B**.

---

1) A. SCHULZ hat freilich bei *Th. Chamaedrys* diese Form nur sehr selten gefunden (Bibl. botan., Heft 10, S. 82, 1888), dagegen hat sie F. MOEWES offenbar häufiger gesehen (ENGLER's bot. Jahrb., Bd. IV, S. 204 (1883).

2) Ich gebrauche die Bezeichnung „Mutter" und „Grossmutter" für die die Eizellen liefernde Pflanze, ohne Rücksicht darauf, ob sie ☿ oder ♀ ist, der Einfachheit halber.

Versuch 4: Samen der ±zwitterigen Pflanze 36 von **B**.
Versuch 5: Samen der weiblichen Pflanzen von **B**, Exemplar 1—15.
Versuch 6: Samen der weiblichen Pflanzen von **B**, Exemplar 17—35.

Bei Versuch 3 und 4, wo nur wenig Material da war, erfolgte die Aussaat je in einen Topf, bei Versuch 1 und 5 dagegen ausserdem noch ins Freiland, bei Versuch 2 und 6 endlich ausschliesslich ins Freiland. Aus allen Saattöpfen wurde eine Anzahl Keimlinge, wenn möglich 64, zu 4 und zu 12 in grosse Töpfe pikiert, die Saattöpfe selbst aber aufgehoben. So waren wenigstens bei zwei Versuchen (1 und 5) dreierlei Pflanzen da: die weitläufig stehenden, gut ernährten pikierten, die im Saattopf stehen gebliebenen, schlecht ernährten (es kamen nach und nach bis zu 249 Individuen in einem Topf von 17 *cm* lichter Weite zum Blühen) und die im Freien aufgewachsenen.

Die pikierten Pflanzen wurden, wie im Jahre zuvor, wiederholt einzeln genau untersucht, vom Anfang der Blüte ab bis in den September jede Woche einmal. Nur diese Pflanzen sind absolut sicher bestimmt. Bei den übrigen Pflanzen war eine derartige Kontrolle nicht möglich; sie wurden, wenn immer möglich, jeden Tag revidiert, und jedes neu aufgeblühte Individuum ausgerissen und untersucht. Diese Art der einmaligen Untersuchung schien mir noch die beste, sie gewährt aber auch keine volle Sicherheit. Die ±zwitterigen Pflanzen bringen nämlich nicht nur stets gegen den Schluss der Blütezeit immer mehr weibliche Blüten hervor, zuletzt nur noch solche, auch die allerersten Blüten sind manchmal in grösserer Zahl weiblich, sodass die Zahl der weiblichen Pflanzen zu gross gefunden sein kann. In vielen Fällen konnte übrigens durch die Untersuchung der Knospen nachgewiesen werden, dass eine gerade nur weibliche Blüten zeigende Pflanze in der Nachkommenschaft einer ±zwitterigen Mutter eigentlich ±zwitterig war.

Die Tabelle 1, S. 462, gibt die Resultate dieser sechs Versuche übersichtlich wieder. Es sind in ihr nur gynomonöcische „±zwitterige“ und rein weibliche Individuen unterschieden; die verschiedenen Zustände der Antheren in den eigentlich zwitterigen Blüten, vom normalen bis zum verkümmerten, und deren mannigfaltige Kombinationen sind also zusammengefasst.

Die Tabelle lehrt verschiedenes Interessante. Besonders auffallend wird, dass die 2048 Nachkommen der 34 im Vorjahr stets rein weiblich gefundenen Pflanzen B (Versuch 5 und 6) ausnahmslos weiblich gefunden wurden. Dabei ist zu beachten, dass der Pollen, der bei ihrer Entstehung mitgewirkt, teils von den zwei ±zwitterigen Geschwisterpflanzen ihre Mütter, teils von den Pflanzen der Gruppe **A**, deren Mütter und Grossmütter schon Zwitter waren, herstammte.

**Tabelle 1.**

| Nummer des Versuches | Geschlecht der Samenträger (Vorfahren) | | | 1906 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Pikierte Pflanzen | | Saattopf | | Freiland | | Zusammen | | | Gesamtzahl |
| | 1903 | 1904 | 1905 | ±☿ | ♀ | ±☿ | ♀ | ±☿ | ♀ | ±☿ | ♀ | ♀pCt. | |
| 1 | ±☿ | ±☿ | ±☿ | 66 | — | 151 | 11 | 1102 | 54 | 1319 | 65 | **4,7** | 1384 |
| 2 | ±☿ | ±☿ | ±☿ | — | — | — | — | 784 | 25 | 784 | 25 | **3,1** | 809 |
| 1 u. 2 | ±☿ | ±☿ | ±☿ | 66 | — | 151 | 11 | 1886 | 79 | 2103 | 90 | **4,1** | 2193 |
| 3 | ♀ | ♀ | ±☿ | 64 | – | 129 | 5 | — | — | 193 | 5 | **2,5** | 198 |
| 4 | ♀ | ♀ | ±☿ | 35 | — | — | — | — | — | 35 | — | **0** | 35 |
| 5 | ♀ | ♀ | ♀ | — | 65 | — | 249 | — | 891 | — | 1205 | **100** | 1205 |
| 6 | ♀ | ♀ | ♀ | — | — | — | — | — | 843 | — | 843 | **100** | 843 |
| 5 u. 6 | ♀ | ♀ | ♀ | — | 65 | — | 249 | — | 1734 | — | 2048 | **100** | 2048 |

Ebenso auffällig ist die geringe Prozentzahl weiblicher Pflanzen unter den Nachkommen der ± zwitterigen (Versuch 1 und 2): 4 pCt. Unter den 66 einzeln pikierten Pflanzen war nicht eine weibliche, und es ist sehr wahrscheinlich, dass die 4 pCt. noch sehr stark zusammengeschrumpft wären, wenn jedes Korn sich unter günstigen Bedingungen entwickelt hätte, und jede Pflanze wiederholt untersucht worden wäre; ganz verschwunden wären sie aber gewiss nicht. Wichtig ist endlich die Tatsache, dass die zwei ± zwitterigen Pflanzen, deren Mütter und Grossmütter weiblich gewesen waren (Versuch 3 und 4), eher weniger als mehr weibliche Nachkommen hervorbrachten als jene ± zwitterigen Pflanzen, deren Mütter und Grossmütter schon ± zwitterig gewesen waren (Versuch 1 und 2).

---

Ausser diesen sechs Versuchen wurden heuer noch weitere acht angestellt. 1905 waren nämlich auch Freilandaussaaten (I.—IV. Versuch, II, S. 455) gemacht worden mit Saatgut verschiedener Abstammung. Einige der bei der Untersuchung ausgerissenen Pflanzen, die aus dem einen oder anderen Grunde aufgefallen waren, wurden in Töpfe gepflanzt und nebeneinander weiter kultiviert. Sie wurden noch zweimal revidiert; da aber diese Untersuchungen zu spät vorgenommen wurden, sind ihre Geschlechtsverhältnisse eigentlich nur durch eine Untersuchung festgestellt worden. Auch lieferten sie bei der getrennten Ernte nur geringe Mengen reifer Früchtchen, sodass nur Topfaussaaten gemacht werden konnten. Wenn die Keimlinge dazu reichten, wurden je 36 in grosse Töpfe pikiert, immer 12 in einen; der allenfalls vorhandene Rest blieb in den Saattöpfen.

Die pikierten Pflanzen wurden von Anfang der Blütezeit bis in den September allwöchentlich genau untersucht; die Bestimmung der Sexualverhältnisse jeder einzelnen ist also durchaus zuverlässig. Die Pflanzen der Saattöpfe wurden nach der ersten Blüte, unter Hinzuziehung der ältesten Knospen, täglich bestimmt und dann ausgerissen; hier kann trotzdem, wie bei den Versuchen 1 bis 6, die eine oder andere eigentlich gynomonöcische Pflanze als weiblich bestimmt worden sein.

Die Tabelle 2 gibt die Resultate dieser acht Versuche wieder; sie enthält zunächst die Angaben über die Vorfahren, dann das Geschlecht der Mutterpflanze mit der Nummer des Versuches vom Vorjahr, aus dem sie stammte, und das Datum der Untersuchung. Die verschiedenen Formen, in denen die ± zwitterigen Pflanzen auftreten, sind zusammengefasst. Wo nichts anderes angegeben ist, stammen alle Individuen des Versuches von einer Pflanze ab.

**Tabelle 2.**

| Nummer des Versuches | Geschlecht der Samenträger (Vorfahren) | | | 1906, IV. Generation | | | | | | | Gesamtzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I. Gen. 1903 | II. Gen. 1904 | III. Generation 1905 | Pikierte Pflanzen ± ☿ | Pikierte Pflanzen ♀ | Saattopf ± ☿ | Saattopf ♀ | Zusammen ± ☿ | Zusammen ♀ | Zusammen ♀ pCt. | |
| 7 | ± ☿ | ± ☿ | ☿ verkümmert (12.7. Vers. I) | — | 6 | — | — | — | 6 | 100 | 6 |
| 8 | ± ☿ | ± ☿ | ☿ verk. und ♀ (26.7. Vers. I) | 36 | — | — | — | 36 | — | 0 | 36 |
| 9 | ± ☿ | ☿ verk. | ♀ (26. 7. Versuch II) | 37 | — | 27 | 1 | 64 | 1 | 2 | 65 |
| 10 | ± ☿ | ♀ | ☿ verkümmert (12.7. Vers. III) | 36 | — | 261 | 8 | 297 | 8 | 2,6 | 305 |
| 11 | ± ☿ | ♀ | ♀ 3 Pflanzen (12.7. Vers. III) | 3 | 33 | 8 | 117 | 11 | 140 | 93 | 151 |
| 12 | ± ☿ | ♀ | ± ☿ 3 Pflanzen (26.7. Vers III) | 38 | — | 173 | 15 | 211 | 15 | 7 | 226 |
| 13 | ± ☿ | ♀ | ☿ u. ♀ 3 Pflanzen (26.7. Vers. III) | 38 | — | 152 | 5 | 190 | 5 | 2,6 | 195 |
| 14 | ♀ | ♀ | ± ☿ (12. 7. Versuch IV) | 36 | — | 27 | — | 63 | — | 0 | 63 |

Auch diese Ergebnisse sind in mehrfacher Hinsicht lehrreich. Die Versuche 7 und 9 zeigen schlagend, dass eine einmalige Revision der Pflanzen zu ihrer sicheren Bestimmung nicht ausreicht. Die Mutterpflanze von Versuch 9 war als weiblich bestimmt worden;

sie muss in der Tat ±zwitterig gewesen sein und nur zufällig zur Zeit der Untersuchung keine offenen Zwitterblüten gehabt haben[1]). Die Mutterpflanze von Versuch 7 war als „zwitterig, aber völlig verkümmert" bestimmt worden und war in der Tat weiblich gewesen. Wenn man daraus den Schluss ziehen wollte, „verkümmert zwitterige" und echte weibliche Blüten wären nicht zu unterscheiden, so wäre das durchaus irrig; Versuch 8 und 10 lehren das sehr deutlich, wie Versuch II des vorigen Jahres. Dass es zweifelhafte Fälle gibt, habe ich seinerzeit (II, S. 455, Anm.) hervorgehoben.

Interessant ist auch der Vergleich von Versuch 12 und 13 mit Versuch 14: Die ±zwitterigen Pflanzen, die unter ihren nächsten mütterlichen Vorfahren nur ein weibliches Individuum hatten, überlieferten ihren zwitterigen Typus weniger streng als jene, die darunter zwei weibliche Individuen besassen. Das weist entschieden darauf hin, dass die verschiedenen Individuen eben ihr Geschlecht mehr oder weniger genau vererben, nicht abhängig davon, was für eine Geschlechtsform die Vorfahren besassen, sondern als „Linien"-Charakter, wie ich schon in der zweiten Mitteilung (II, S. 459) andeutete. Ich stelle, um das noch klarer hervortreten zu lassen, als Tabelle 3 aus den beiden vorangehenden Tabellen die Prozentzahlen der weiblichen Pflanzen unter der Nachkommenschaft der ±zwitterigen zusammen für drei von den vier möglichen Fällen, wie sich die Mütter und Grossmütter verhalten können.

Tabelle 3.

| I. Gen. | II. Gen. | III. Gen. | IV. Generation | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Nummer der Versuche | Prozentzahlen der ♀ Pflanzen | Maximum | Mittel[2]) | Minimum |
| ±☿ | ±☿ | ±☿ | *1, 2, 8, 9* | 5, 3, 0, 2 | 5 | 2,5 | 0 |
| ±☿ | ♀ | ±☿ | *10, 12, 13* | 3, 7, 3 | 7 | 4 | 3 |
| ♀ | ♀ | ±☿ | *3, 4, 14* | 3, 0, 0 | 3 | 1 | 0 |

Zum Schluss bringe ich in Form eines Stammbaumes die Ergebnisse aller vier Jahre; die Topfexemplare des Jahres 1905 sind dort, wo sie hingehören, eingefügt; ebenso sind einige Fehler korrigiert, die sich in den seinerzeit (II, S. 458) gegebenen Stammbaum eingeschlichen hatten; es muss in seiner untersten Zeile 246 statt 346, 3 statt 4 und 152 statt 252 heissen. (Siehe Stammbaum 1, S. 465).

1) Voriges Jahr hatte ich noch nicht begonnen, ausser den offenen Blüten auch die Knospen zu untersuchen.

2) Das Mittel muss aus den Prozentzahlen und nicht aus den Zahlen für die Individuen genommen werden.

**Stammbaum 1. Satureia.**

1903 ± ☿ ; ♀

1904 ± ☿ 219 ; ♀ 134[1]) ; ± ☿ 4 ; ♀ 330

1905 ± ☿ 285 ; ♀ 3 ; ± ☿ 152 ; ♀ 24 ; ± ☿ 4 ; ♀ 207

1906 ± ☿ 2204 ♀ 91 (Vers. 1, 2, 8, 9.) ; ± ☿ — ♀ 6 (Vers. 7.) ; ± ☿ 698 ♀ 28 (Vers. 12, 13, 10.) ; ± ☿ 11 ♀ 140 (Vers. 11.) ; ± ☿ 291 ♀ 5 (Vers. 3, 4, 14.) ; ± ☿ — ♀ 2048 (Vers. 5, 6.)

**Stammbaum 2. Silene inflata.**

☿

± ☿ 16 ; ♀ 1

± ☿ 96 ☿♀ 1 ♀—

± ☿ 125 ☿♀ 2 ♀ 4 (Vers. 1, 2, 3, 4.)

**Stammbaum 3. Silene inflata.**

1902 ♀

1903 ± ☿ 1 ; ♀ 17

1905 ± ☿ 1 ; ☿♀ 1 ; ♀ 16

1906 ± ☿ 29 ☿♀ 1 ♀ 11 (Vers. 5.) ; ± ☿ 30 ☿♀ 3 ♀— (Vers. 6.) ; ± ☿ 16 ☿♀ 8 ♀ 59 (Vers. 7, 8.)

**Stammbaum 4. Silene inflata.**

1902 ♀

1903 ± ☿ (u. ☿♀) 3 ; ♀ 18

1905 ± ☿ 11 ; ☿♀ 3 ; ♀— ; ± ☿ 1 ; ☿♀ 1 ; ♀ 88

1906 ± ☿ 70 ☿♀— ♀ 2 (Vers. 9, 10.) ; ± ☿ 72 ☿♀— ♀ 3 (Vers. 11, 12.) ; ± ☿ 42 ☿♀ 2 ♁ 2 (Vers. 14.) ; ± ☿ 12 ☿♀ 2 ♀ 103 (Vers. 13, 15, 16.)

---

1) Es waren das fast ausschliesslich gynomonöcische Pflanzen im letzten, weiblichen Zustand, keine richtigen ♀; vgl. die II. Abhdlg. S. 458.

## Silene inflata.

Zwei von den vier Versuchen des vorigen Jahres (II, S. 459) konnten vervollständigt werden, indem heuer noch eine beträchtliche Anzahl der vorjährigen Sämlinge zur Blüte kam. Daneben wurde eine ganze Anzahl neuer Versuche angestellt, bei denen Pflanzen aufgezogen wurden, die teils aus ganz bestimmten Bestäubungen hervorgegangen waren, teils wenigstens von einzelnen Individuen stammten. Nur auf diese zuletzt genannten Versuche werde ich hier eingehen, einige von jenen sind am Schluss (S. 473) kurz erwähnt.

Es war auch eine Anzahl von Pflanzen, die schon im Vorjahre auf ihr Geschlecht geprüft worden waren, aufgehoben worden und konnte so nochmals genauer untersucht werden. Da zeigten sich hie und da merkliche Unterschiede. Es wurden nämlich wiederholt Individuen, die im ersten Jahre mehr oder weniger gynomonöcisch gefunden worden waren, sogar „stark“ gynomonöcisch, im zweiten mehr zwitterig gefunden, selbst rein zwitterig; und ihre Nachkommenschaft wich dann auch in nichts von der von Pflanzen ab, die schon im ersten Jahre nur zwitterige Blüten gezeigt hatten. Es ist das durch den Einfluss der Ernährung auf die Ausbildung der Zwitterblüte zu erklären. Das Gegenteil — dass sich eine zwitterig gefundene Pflanze später als weiblich herausstellte — kam nicht sicher vor[1]); dementsprechend ist die Ernährung auch auf die Androeceumausbildung der echten weiblichen Pflanzen ohne Einfluss (oder es bedarf doch sehr viel einschneidenderer Eingriffe, als sie bei den Zwitterblüten zum Ziele führen).

Tabelle 4, S. 467, bringt das durch die neuerblüten Pflanzen vervollständigte und durch die heurige Revision teilweise korrigierte Ergebnis der vier schon im Vorjahre veröffentlichten Versuche.

Die Pflanzen dieser vier Versuche standen 1905 nebeneinander und wurden der freien Bestäubung überlassen. Heuer säte ich die getrennt geernteten Samen von je vier Pflanzen jedes Versuches in Töpfe aus, also 16 Nummern. Durch ein Versehen liessen sich jedoch später zwei Nummern (Versuch 11 und 12) nicht mehr auseinanderhalten. Von den Keimlingen jeder Nummer wurde eine gewisse Zahl zu 7 in grosse Töpfe pikiert und während der Blütezeit einige Male revidiert; diese ist aber zuweilen im ersten Jahr so kurz, dass manche Pflanze doch wieder nur einmal blühend untersucht werden konnte[2]). Die Saattöpfe wurden auch aufgehoben, und die Pflanzen, die in ihnen zur Blüte kamen, ebenfalls gezählt.

---

1) Das Ergebnis von Versuch 13 der Tabelle 5 erklärt sich gewiss in anderer Weise.

2) Das Geschlecht einer Blüte lässt sich hier übrigens meist noch lange nach ihrer Blütezeit ziemlich sicher bestimmen. *Silene inflata* ist also hierin viel günstiger als *Satureia*.

**Tabelle 4.**

| Nummer des Versuchs 1905 | Vorfahren | | III. Gen. 1905 u. 1906 | | | | | | Gesamtzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I. Gen. 1902 | II. Gen. 1903 | ♀ und schwach ☿♀ | ☿♁ | ♀ | zusammen | | | |
| | | | | | | ±☿ | ♀ | ♀ pCt. | |
| 1 | ☿ | ☿ | *96* | *1* | — | 97 | — | **0** | 97 |
| 2 | ♀ | ♀ | *1* | *1* | *16* | 2 | 16 | **89** | 18 |
| 3 | ♀ | ☿ | *11* | *3* | *1* | 14 | 1 | **7** | 15 |
| 4 | ♀ | ♀ | *1* | *1* | *88* | 2 | 88 | **98** | 90 |

Tabelle 5, S. 468, gibt das Verhalten dieser vierten Generation wieder. Wenn die Pflanzen, die die Samen geliefert hatten, aufgehoben und heuer nochmals untersucht worden waren, ist dies besonders bemerkt.

Die Tabelle bestätigt die früher aufgestellten Vererbungsgesetze. Bei Versuch 13 ist jedoch ein unzweifelhaftes Versehen unterlaufen; das Exemplar der dritten Generation, das 83 pCt. weibliche Nachkommen lieferte, kann keine Zwitterpflanze gewesen sein. Bei der Untersuchung des Vorjahres kann kein Irrtum passiert sein, er hat sich offenbar beim Einsammeln der Samen eingeschlichen. Leider war die Pflanze nicht aufgehoben worden. Ich wollte den Versuch aber dennoch nicht unterdrücken.

Auch hier sind starke Schwankungen in den Prozentzahlen zu erkennen, mit der jede Geschlechtsform, neben der Hauptmenge von ihr gleichenden Individuen, die andere Form hervorbringt. Ein Teil, aber gewiss nicht alles, wird zufälliger Natur sein. Dafür, dass die Geschlechtsausbildung der Vorfahren die Ursache sei, liegen wohl keine Anhaltspunkte vor, wie mir aus der Tabelle 6, S. 468, hervorzugehen scheint, die genau so eingerichtet ist wie Tabelle 3 für *Satureia*.

Auf den ersten Blick werden die 27 pCt. weiblicher Nachkommen bei einer Pflanze mit der Abstammung ♀♀☿ auffallen (Versuch 5). Eine andere derselben Abkunft (Versuch 6) hat aber 0 pCt. gegeben, und wie stark die individuellen und wohl teilweise erblichen Schwankungen sind, zeigt auch die Nachkommenschaft der ♀ Pflanzen, deren Mütter und Grossmütter ♀ gewesen waren.

Schliesslich habe ich noch die voriges Jahr gegebenen Stammbäume korrigiert und weitergeführt, sie stehen auf S. 465.

Rein männliche Exemplare der *Silene inflata* habe ich noch immer nicht beobachten können. Sterilbleiben der Blüten ist noch kein Beweis für ihren männlichen Charakter: Meine Versuche mit

**Tabelle 5.**

| Nummer des Versuches | Vorfahren | | | IV. Generation, 1906 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ± ☿ | | | ± ☿ | | | |
| | I. Gen. 1902 | II. Gen. 1903 | III. Generation 1905 und 1906 | a ☿ | b ☿ mit einzelnen verkümmerten Antheren | c ☿♀ | a, b und c zusammen | ♀ | ♀ pCt. | Gesamtzahl |
| 1 | ☿ | ☿ | 1905: Die 1. Blüte ♀, dann ☿.<br>1906: ☿. | *22* | *8* | — | 30 | 1 | **3** | 31 |
| 2 | ☿ | ☿ | 1905: Die 1. Blüten mit zum Teil verkümmerten Antheren, dann ☿.<br>1906: ☿. | *17* | *9* | *1* | 27 | 1 | **4** | 28 |
| 3 | ☿ | ☿ | 1905: ☿. | *31* | *8* | *1* | 40 | 2 | **5** | 42 |
| 4 | ☿ | ☿ | 1905 und 1906: ☿. | *24* | *6* | — | 30 | — | **0** | 30 |
| 5 | ♀ | ♀ | 1905 und 1906: ☿. | *28* | *1* | *1* | 30 | 11 | **27** | 41 |
| 6 | ♀ | ♀ | 1905: ☿, später einzelne ♀ Blüten. | *27* | *3* | *3* | 33 | — | **0** | 33 |
| 7 | ♀ | ♀ | 1905: ♀. | *9* | *1* | *2* | 12 | 22 | **65** | 37 |
| 8 | ♀ | ♀ | 1905: ♀. | *4* | *2* | *1* | 7 | 37 | **84** | 44 |
| 9 | ♀ | ☿ | 1905 und 1906: ☿. | *29* | *7* | — | 36 | 1 | **3** | 34 |
| 10 | ♀ | ☿ | 1905: 1. Blüten mit teilweise verkümmerten Antheren, später ☿.<br>1906: ☿. | *32* | *2* | — | 34 | 1 | **3** | 35 |
| 11 u. 12 | ♀ | ☿ | 1905: ☿ und einzelne Blüten ♀. | *64* | *8* | — | 72 | 3 | **4** | 75 |
| 13 | ♀ | ♀ | 1905: ☿!! | *3* | *1* | *1* | 5 | 25 | **83** | 30 |
| 14 | ♀ | ♀ | 1905: ☿. | *39* | *3* | *2* | 44 | 2 | **2** | 46 |
| 15 | ♀ | ♀ | 1905: ♀. | *2* | — | — | 2 | 36 | **95** | 38 |
| 16 | ♀ | ♀ | 1905 und 1906: ♀. | *4* | *2* | *1* | 7 | 42 | **86** | 49 |

**Tabelle 6.**

| I. Gen. | II. Gen. | III. Gen. | IV. Generation | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Nummer der Versuche | pCt. Zahlen der ♀-Pflanze | Max. | Mittel | Minim. |
| ± ☿ | ± ☿ | ± ☿ | *1, 2, 3, 4* | 3, 4, 5, 0 | 5 | 3 | 0 |
| ♀ | ± ☿ | ± ☿ | *9, 10, 11, 12* | 3, 3, 4, 4 | 4 | 3,5 | 3 |
| ♀ | ♀ | ♀ | *5, 6, 14* | 27, 0, 2 | 27 | 10 | 0 |
| ♀ | ♀ | ♀ | *7, 8, 13, 15, 16* | 65, 84, 83, 95, 86 | 95 | 83 | 65 |

der Andromonoecie verdächtigen Pflanzen ergaben, dass Individuen, die bei Selbstbestäubung nur äusserst schlecht ansetzten, mit fremdem Pollen gut fruchteten.

## Silene dichotoma.

Die früheren Angaben über die Geschlechtsverhältnisse dieser Pflanze hat ASCHERSON[1]) zusammengestellt. Ich finde nicht nur zwitterige und weibliche Exemplare, sondern, wie WARNSTORF, auch gynomonöcische, aber in sehr verschieden starker Ausbildung; wahrscheinlich gibt es auch andromonöcische.

Von den Pflanzen, die ich 1905 aus gekauftem Samen aufzog, wurden nur 211 — alle bis zu einem gewissen Zeitpunkt aufblühenden — untersucht. 175 (also 83 pCt.) waren rein weiblich und 36 (also 17 pCt.) mehr oder weniger, meist ganz ausgesprochen zwitterig. Sie wurden sich selbst überlassen, und heuer konnte von sechsen die Nachkommenschaft aufgezogen werden. Das Ergebnis ist in Tabelle 7 zusammengefasst; sie zeigt, dass auch dieses Objekt sich den Gesetzen fügt.

**Tabelle 7.**

| Nummer des Versuches | I. Generation, 1905 | II. Generation, 1906 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Gesamtzahl der Pflanzen | ☿ | ☿, Antheren ± verkümmert | ♀ | ♀ pCt. |
| 1 | ☿ | 15 | 13 | 1 | 1 | **7** |
| 2 | ☿ | 268 | 248 | 9 | 11 | **4** |
| 3 | „zwitterig, ganz kontabescent, od. ♀" | 65 | 5 | 4 | 56 | **86** |
| 4 | ♀ | 89 | — | — | 89 | **100** |
| 5 | ♀ | 31 | — | — | 31 | **100** |
| 6 | ♀ | 187 | 2 | 1 | 184 | **98** |

## Plantago lanceolata.

F. LUDWIG[2]) hat bei dieser Pflanze schon drei Formen unterschieden: ausser der typischen Zwitterform mit weisslichen, herzförmigen Antheren und der eigentlichen weiblichen Form noch eine

1) P. ASCHERSON, Verhandl. Brandenb. Bot. Verein, 35. Jahrg., S. 134. Dort auch die Beobachtungen WARNSTORF's, S. 122.

2) F. LUDWIG, Über die Blütenformen von *Plantago lanceolota* und die Erscheinung der Gynodioecie. Zeitschr. für die ges. Naturw., III. Folge, Bd. IV, S. 441 (1879). Dort auch die ältere Literatur.

Form, deren grünliche oder schwefelgelbe Antheren zum grossen Teil verkümmerte Pollenkörner enthalten. Noch ausführlicher und genauer sind die Angaben A. SCHULZ's[1]), auf die ich hiermit verweise. Er hat das Vorkommen der Gynomonöcie festgestellt.

Mein Material wurde aus Samen gezogen, die im Herbst 1904 an einem engbeschränkten Standort, einem Wegrain bei Leipzig, gesammelt worden waren, und bot trotzdem eine ausserordentliche Fülle der verschiedenen Antherenformen, von der normalen bis zu der ganz verkümmerten der weiblichen Blüten und darüber hinaus bis zur petaloiden, die schon LUDWIG sah, dazu die verschiedensten Kombinationen bei demselben Stock und in derselben Ähre.

Diese Pflanzen der ersten Generation wurden 1905 nebeneinander kultiviert und heuer die Samen von zehn Individuen aus-

**Tabelle 8.**

| Nummer des Versuches | I. Generation 1905 (Stammpflanzen) Alle Pflanzen, mit einer Ausnahme (Versuch 5), wurden 1906 nochmals untersucht. | II. Generation 1906 | | | | | | | | | Gesamtzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ☿ 1.T. | ☿ teilweise verk. 2. T. | ☿ ganz verk. 3. T. | ± ☿ und ♀ 4. T. | ♀ 5.T. | zusammen ± ☿ | ± ☿ und ♀ | ♀ | ♀ pCt. | |
| 1 | ☿, zum Schluss einzelne eben taube Antheren | 23 | 5 | — | — | — | 28 | — | — | **0** | 28 |
| 2 | ☿ . . . . . . . . . . | 37 | — | — | — | — | 37 | — | — | **0** | 37 |
| 3 | ☿, ganz einzeln untaugliche Antheren . . | 36 | 4 | — | — | — | 40 | — | — | **0** | 40 |
| 4 | ☿ . . . . . . . . . . | 39 | 2 | — | — | — | 41 | — | — | **0** | 41 |
| 5 | ☿ . . . . . . . . . . | 29 | 1 | — | — | 1 | 30 | — | 1 | **3** | 31 |
| 6 | ☿ (unten) und ♀ (oben) in derselben Ähre, später ♀ . . . . . | 17 | 4 | — | 13 | 16 | 21 | 13 | 16 | **32** | 50 |
| 7 | verkümmert ☿ . . . . | 19 | 5 | 1 | 14 | 15 | 25 | 14 | 15 | **28** | 54 |
| 8 | ♀, Rudimente der Antheren etwas stärker als gewöhnlich . . . | 1 | — | — | — | 26 | 1 | — | 26 | **96** | 27 |
| 9 | ♀ . . . . . . . . . . | 1 | 5 | — | — | 37 | 6 | — | 37 | **86** | 47 |
| 10 | ♀ . . . . . . . . . . | 1 | — | 1 | — | 5 | 2 | — | 5 | **71** | 7 |

1) A. SCHULZ, Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsverteilung bei den Pflanzen, Bibl. Botan., Heft 10, S. 90 (1888).

gesät, die Keimlinge, meist zu zehn, in genügend grosse Töpfe pikiert, und die einzelnen zur Blüte kommenden Pflanzen wiederholt untersucht. Tabelle 8 gibt das Resultat. Es sind fünf Typen unterschieden: ausser (1.) Pflanzen, bei denen ich nur echte Zwitterblüten sah, und (5.) echt weiblichen oder gefüllt blühenden solche (2), bei denen echte Zwitterblüten und Blüten mit mehr oder weniger verkümmerten Antheren in derselben Ähre vorkamen (auch beiderlei Antheren in derselben Blüte), solche (3.), die nur Blüten mit mehr oder weniger verkümmerten (aber nicht wirklich rudimentären) Antheren besassen, und endlich solche (4.), bei denen zwitterige (oder eventuell mehr oder weniger verkümmert zwitterige) Blüten und echt weibliche vorhanden waren.

Es ist ganz deutlich, dass sich die 10 Pflanzen von 1905 nach ihrer Nachkommenschaft in drei Klassen bringen lassen, wie sie nach ihrem Geschlechte auch in drei gebracht werden können: eine zwitterige (Versuch 1 bis 5), die sich selbst sehr genau reproduziert, eine weibliche (Versuch 8 bis 10), die das wenigstens annähernd tut, und eine vermittelnde, gynomonöcische bzw. verkümmert-zwitterige (Versuch 6 und 7), die nicht nur sich selbst, sondern auch, und zwar in grösseren Mengen, die beiden Extreme, die weibliche und die echte zwitterige Form, hervorbringt. Dieser Typus ist uns noch nirgends so ausgeprägt entgegengetreten.

---

Dass auch *Scabiosa* (*Columbaria* sens. latiss.) sich dem Gesetze zu fügen scheint, habe ich schon früher (II, S. 461) angegeben. Meine diesjährigen Erfahrungen bestätigen das; die verschiedenartigen Übergangsformen zwischen zwitterigen und weiblichen Stöcken fordern noch weitere Untersuchung. Auch die Versuche mit *Knautia arvensis*, über die inzwischen RAUNKIAER Beobachtungen veröffentlicht hat, müssen erst noch fortgesetzt werden, ehe ich darüber berichten kann. Nur eines sei schon bemerkt. Ich konnte ausser der gewöhnlichen weiblichen Form mit rudimentären Antheren auch jene schon lange bekannte, gefüllte Form verwenden, die statt der Antherenrudimente Blumenblätter zeigt. Ihre Nachkommen waren genau ebenso gefüllt.

Es haben einstweilen erst 5 davon geblüht; soviel ist aber doch schon sicher, dass die bekannten, oft zitierten Angaben DE BARY's und und MOLLIARD's, nach der *Peronospora violacea* die Ursache der Füllung sein soll, zum mindesten nicht allgemein richtig sein können,[1]) wahrscheinlich ganz irrig sind. — *Knautia silvatica* verhält sich

1) Eine exakte Kenntnis des Einflusses, den der Pilz ausübt, werden wir natürlich erst dann erhalten, wenn mit ihm Infektionsversuche an den verschiedenen Formen der *Knautia* angestellt sein werden.

ähnlich wie *K. arvensis*; einen Bastard zwischen diesen zwei Arten herzustellen wollte mir nicht gelingen, was mit Rücksicht auf jene Angaben, die eine Überführung der einen Art in die andere durch Kultur behaupten, von Interesse ist.

---

1. Die Versuche dieses Jahres (mit *Satureia hortensis*, *Silene inflata*, *S. dichotoma* und *Plantago lanceolata*) haben also die beiden früher (II, 462) aufgestellten Gesetze, dass a) jede Geschlechtsform Keimzellen mit der ihr eigenen Geschlechtstendenz[1]) hervorbringt, und dass b) die Tendenz der phylogenetisch jüngeren, eingeschlechtig gewordenen Form über die Tendenz der phylogenetisch älteren, zwitterig gebliebenen Form dominiert, für die beiden Hauptformen, den Anfang und das Ende der Differenzierungsreihe, im wesentlichen bestätigt. Beide Gesetze zusammen bewirken, dass bei einer gynodiöcischen Art die Nachkommenschaft der zwitterigen Pflanzen nahezu ganz aus Zwittern und die Nachkommenschaft der weiblichen nahezu ganz aus Weibchen besteht.

Daneben wird meist eine grössere oder geringere, oft eine sehr geringe Prozentzahl der anderen Geschlechtsform hervorgebracht.[2]) Ob das darauf beruht, dass nicht ausschliesslich Keimzellen mit derselben Tendenz gebildet werden, oder darauf, dass die Dominanz nicht vollkommen ist, ob also das erste oder das zweite Gesetz nicht ganz streng gilt, bleibe einstweilen dahingestellt.

Eine wirkliche Ausnahme scheinen bei *Plantago lanceolata* die Zwischenstufen zwischen zwitterigen und weiblichen Pflanzen zu bilden, die sich selbst, daneben aber auch die Endstufen, und zwar in grösserer Zahl, hervorbringen. Diese Ausnahme ist wohl nur scheinbar und wird noch ihre Erklärung finden.

2. Wenn die Schwankungen in der Prozentzahl, in der bei der Nachkommenschaft neben der Geschlechtsform des Mutterindividuum die andere Form auftritt, nicht rein zufälliger Natur sind — und das sind sie kaum —, so können offenbar als Ursache erbliche Diffe-

---

1) Um nicht falsch verstanden zu werden, wiederhole ich hier, dass ich z. B. bei einer gynodiöcischen Sippe in den Keimzellen aller weiblichen Stöcke nicht nur die Anlagen für die weibliche Blüte, sondern auch jene für die Zwitterblüte annehme — und in den Keimzellen aller zwitterigen Stöcke genau dieselben —, aber eine verschiedene Aktivität dieser Anlagen, so dass von vornherein die Keimzellen der einen Geschlechtsform die einen, die der anderen die anderen Anlagen in einem entfaltungsfähigeren Zustande besitzen. Das soll durch das Wort „Tendenz“ ausgedrückt sein.

2) Darin haben die Geschlechtsformen der Gynodiöcisten mit jenen inkonstanten Sippen, für die de Vries den Ausdruck „Zwischenrassen“ geschaffen hat, grosse Ähnlichkeit. Sie ist meiner Meinung nach nur eine rein äusserliche, und ich habe in meiner ersten Mitteilung diese später von Burck verwandte Bezeichnung absichtlich nicht gebraucht.

renzen einzelner „Linien“ in Frage kommen, aber nicht die Geschlechtsform der Grossmutter und Urgrossmutter.[1]) Dass eine zwitterige *Satureia*-Pflanze neben der Hauptmasse ± zwitteriger Nachkommen 0 pCt. oder 7 pCt. weibliche hervorbringt, hängt also nicht davon ab, dass ihre Mutter und Grossmutter auch schon ± Zwitterpflanzen waren, oder dass sie ganz neu unter weiblichen Geschwistern aufgetaucht ist und eine weibliche Mutter und Grossmutter hatte; sie kann diese Eigenschaft aber von ihren Vorfahren — nicht blos den die Eizellen liefernden — überkommen haben — als „Linien“-charakter[2]) —, und in dieser Richtung wird dann die Zuchtwahl eingreifen können.

Ein Teil der Schwankungen in der Zusammensetzung der Nachkommenschaft ist aber gewiss eine Folge davon, dass in den bisher besprochenen Versuchen die Bestäubung meist dem Zufall überlassen geblieben war. Bei *Satureia*, wo neben den rein weiblichen Stöcken nur noch gynomonöcische in nicht sehr auffälligen Abstufungen vorkommen, wird die Herkunft des Pollens von geringem Einfluss sein. Anders dagegen in den Fällen, wo neben weiblichen und gynomonöcischen Individuen noch rein zwitterige vorkommen, oder wo gar, wie bei *Silene inflata*, die Entwicklung von der Zwitterform aus zwei Richtungen eingeschlagen hat, den, der zur männlichen, und den, der zur weiblichen Pflanze führt. Einschlägige Versuche sind im Gange, aus ihnen sei hier nur erwähnt, dass in der Tat eine weibliche Pflanze der *Silene inflata* mit dem Pollen zweier andromonöcischer Pflanzen bestäubt eine Nachkommenschaft gab, wie sie die sich selbst überlassenen oder mit dem Pollen zwitteriger oder gynomonöcischer Pflanzen bestäubten Weibchen nie gaben, nämlich zwitterig: 14 + 9, zwitterig mit teilweise fehlgeschlagenen Antheren: 5 + 2, (stark) gynomonöcisch: 2 + 2, rein weiblich: 9 + 10, also 34 ± zwitterige und nur 19 rein weibliche Stöcke (= 35 pCt.).

Die eingeschlechtlich gewordene Form dominiert eben nur über die Zwitterform, die ihr Ursprung gab. Sind Zwischenstufen vorhanden, so ist deren Dominieren über die Ausgangsform und das Dominieren der Endstufe über sie zu erwarten — ein vielleicht unvollkommeneres Dominieren. Ist die Entwicklung in zwei Richtungen, auf eine männliche und eine weibliche Endstufe hin von der gemeinsamen Zwitterform aus erfolgt, so gilt das Dominanzgesetz nur inner-

1) Dass die Tatsachen nicht mit der MENDEL'schen Spaltungsregel in Einklang zu bringen sind, habe ich schon in der ersten Mitteilung (I, S. 514), gezeigt.

2) Die Existenz derartiger „Linien“ geht auch aus einer interessanten Arbeit R. C. PUNNET's hervor: Sex-determination in Hydatina (Proceed. Roy. Soc. B., Vol. 78, 1906, p. 223), die mir erst nach Einlieferung meiner Mitteilung zukam; dass bei dem Rädertier die Fortpflanzung in diesen Linien parthenogenetisch war, kommt meines Erachtens erst in zweiter Linie in Betracht.

halb jeder Reihe, nicht zwischen Gliedern der zwei Reihen untereinander; ihr gegenseitiges Stärkeverhältnis wird ein bstimmtes, aber von vornherein unbekanntes sein. Auf je ähnlicherer Stufe in ihren Reihen dann die zu verbindenden Geschlechtsformen stehen, um so ähnlicher in ihrer Stärke dürften auch die entgegengesetzten Tendenzen in den sich verbindenden Keimzellen sein und um so häufiger dürfte sowohl die eine als die andere Tendenz das zur Entfaltung notwendige Übergewicht in der Zygote erhalten. Durch immer noch vorhandene Unterschiede in der Stärke würde dann z. B. das verschiedene, aber für jede Sippe charakteristische durchschnittliche Zahlenverhältnis zwischen den beiden Geschlechtern bedingt sein, das wir bei den Diöcisten, den allein erhalten gebliebenen Endgliedern solcher doppelter Entwicklungsreihen, finden.

3. Infolge der deutlichen Wirksamkeit äusserer und innerer Ernährungseinflüsse auf den Grad der Vollkommenheit, in der sich die Sexualorgane der Zwitterblüte ausbilden, kann die Genauigkeit in der Untersuchung der das Saatgut liefernden Pflanzen und der Nachkommenschaft kaum zu weit getrieben werden, ebenso die Sorgfalt, dieser Nachkommenschaft von der Keimung an gleichmässig gute Entwicklungsbedingungen zu schaffen. Ein Hinweis darauf, was sich in dieser Richtung erreichen lässt, bietet ein Teil der heurigen *Satureia*-Versuche, besonders Nummer 5 und 6, wo unter mehr als 2000 Nachkommen von 34 weiblichen Pflanzen nicht eine zwitterige gefunden wurde.

Die Versuche werden fortgesetzt.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

---

## 71. P. Magnus: Auftreten eines einheimischen Rostpilzes auf einer neuen aus Amerika eingeführten Wirtspflanze.

Eingegangen am 26. Oktober 1906.

J. SCHROETER, PLOWRIGHT, KLEBAHN, ED. FISCHER, JACK, G. WAGNER, ERIKSSON, BUBAK und andere haben nachgewiesen, dass die bei weitem meisten Uredineen entweder nur in dieselbe Wirtspflanze oder nur in diese und wenige ihr nahe verwandten Arten wieder einzudringen vermögen[1]). Dies gilt sowohl für die auf

1) Eine Ausnahme bildet, wie ED. FISCHER und KLEBAHN nachgewiesen haben, bekanntlich *Cronartium asclepiadeum*, das auf *Cynanchum Vincetoxicum*, *Paeonia*-Arten und andere Wirtspflanzen übergeht.

einer Wirtspflanze ihre volle Entwicklung durchmachenden Arten, als auch namentlich für die zahlreichen wirtswechselnden Uredineen. Auf diese Beschränkung des Auftretens der von einer Wirtspflanze stammenden Uredinee auf eine oder weniger nahe verwandte Arten von Wirts- und Zwischenwirtspflanzen haben namentlich KLEBAHN und ED. FISCHER[1]) viele Uredineen-Arten unterschieden und aufgestellt. Unter diesen Umständen beansprucht eine in den Tiroler Alpen von mir gemachte Beobachtung einiges Interesse, dass die in den Alpen verbreitete Uredinee auf eine neue und erst in verhältnismässig wenigen Exemplaren eingeführte nordamerikanische Art übergegangen ist.

A. DE BARY hatte nachgewiesen, dass die auf unseren Alpenrosen *Rhododendron hirsutum* und *Rh. ferrugineum* lebende *Chrysomyxa Rhododendri* (DC.) de By. ihr Aecidium auf den Nadeln der Fichte, *Picea excelsa*, bildet. Dieser Pilz ist in Tirol sehr verbreitet. Abweichend von unseren meisten Uredineen gelangen die Aecidien zur vollen Reife erst im August und September. Bei Madonna di Campiglio waren die Aecidien Anfang September 1906 ausserordentlich zahlreich auf den Fichten aufgetreten. In dem von Herrn kaiserlichen Rat Dr. MAX KUNTZE dort sehr schön angelegten Alpengarten waren auch drei junge Bäumchen von der aus den Rocky Mountains in Nordamerika stammenden *Picea pungens* Engelm., und zwar die so beliebte var. *glauca* hort., gepflanzt. Im Garten waren auch Büsche von Alpenrosen und Fichten angepflanzt, von denen die Alpenrosen auf den älteren Blättern Uredolager der *Chrysomyxa Rhododendri* zeigten und die diesjährigen Nadeln der *Picea excelsa* reichlich das zur *Chrysomyxa* gehörige *Aecidium abietinum* Alb. et Schwein. trugen. Es erregte nun mein grosses Interesse, dass auch auf den diesjährigen Nadeln der *Picea pungens* var. *glauca* das *Aecidium* zahlreich zur Entwicklung gelangt war, wenngleich nicht so reichlich wie auf *Picea excelsa*. Hier ist offenbar die *Chrysomyxa Rhododendri* auf den neuen aus den Rocky Mountains stammenden Zwischenwirt *Picea pungens* Engelm. übergegangen.

Dieser Fall ist um so interessanter, als *Rhododendron hirsutum* und *Rh. ferrugineum* in Nordamerika vollständig fehlen nach ASA GRAY, Manual of the Botany of the Northern United States (5th Edition 1867, p. 299—300), und mithin auch *Chrysomyxa Rhododendri* fehlt. In ihrem Provisional Host-Index of the Fungi of the United States (1888—1891) geben W. G. FARLOW und A. B. SEYMOUR *Uredo minima* S. und *Melampsora Vacciniorum* (Lk.) Schroet. auf

1) ED. FISCHER will neuerdings wieder morphologische Arten von diesen biologischen Arten unterschieden wissen. Doch betrifft meine Beobachtung nur die ge der biologischen Arten.

*Azalea nudiflora* L. und *Caeoma* (*Uredo*) *Azaleae* S. auf *Azalea viscosa* L. und *Caeoma* (*Uredo*) *Vacciniorum* Lk. auf *Rhodora canadensis* L. an. Diese könnten wenigstens zum Teil bei näherer Untersuchung sich als zu *Chrysomyxa*-Arten gehörend erweisen, die aber von *Chrysomyxa Rhododendri* (DC.) de By. spezifisch verschieden sein möchten. Auch geben FARLOW und SEYMOUR l. c. *Aecidium abietinum* A. et S. oder Aut. Amer. pp. auf *Picea Engelmanni* und *Picea nigra* Lk. an, und ich muss gestehen, dass das *Aecidium* auf den Nadeln von *Picea nigra*, das ich gesehen habe, unserem *Aecidium abietinum* A. et S. auf den Nadeln von *Picea excelsa* sehr ähnlich ist und ihm jedenfalls sehr nahe steht. Es könnte recht wohl zu einer der mutmasslichen Chrysomyxen gehören. Doch teilt W. G. FARLOW (Proc. of the Americ. Acad. of Arts and Sciences 1885, p. 320) mit, dass Herr FAXON auf den White Mountains im Juni und Juli 1884 eine *Uredo* auf *Ledum latifolium* gefunden hat in unmittelbarer Nähe von *Picea nigra*, auf der ein dem *Aecidium abietinum* A. et S. vollständig gleichendes *Aecidium* auftrat. FARLOW bestimmte die *Uredo* als *Uredo ledicola* Peck. und wies die dazu gehörige *Chrysomyxa* sowie kleinere eingesenkte Uredohäufchen auf der Unterseite dieser Blätter nach. FARLOW lässt es dahingestellt, ob das *Aecidium abietinum* der *Picea nigra* zu dieser *Chrysomyxa ledicola* gehören möchte, während KLEBAHN geneigt scheint, diese Art als eine autöcische zu betrachten. Jedenfalls trat nach FARLOW keine *Chrysomyxa* auf *Rhododendron* in der Nähe dieses *Aecidium abietinum* auf *Picea nigra* auf.

Der von mir beobachtete Fall des Übertritts der *Chrysomyxa Rhododendri* (DC.) de By. auf die eingeführte nordamerikanische *Picea pungens* Engelm. schliesst sich eng an das Auftreten des in den europäischen Alpen und dem nördlichen Asien, Sibirien und nordöstlichen Europa heimischen *Cronartium ribicola* Dietr. auf nordamerikanischen *Ribes*-Arten und der nordamerikanischen *Pinus Strobus* an. Diese Art ging von der hochalpinen und nordischen *Pinus Cembra* durch den Zwischenwirt *Ribes* auf die aus Nordamerika eingeführte *Pinus Strobus* über und hat mittels derselben eine weite Verbreitung in der europäischen Tiefebene gewonnen. Und umgekehrt habe ich in den Schriften dieser Gesellschaft Bd. XVI (1898) S. 63—70 nachgewiesen, dass auf die in Nordamerika eingeführte *Syringa vulgaris* eine nordamerikanische *Microsphaera* übergegangen ist, die sich jetzt auf derselben spezialisiert haben möchte.

Jedenfalls ist es für viele uns heute bewegende Fragen von vielfachem Interesse solche Erscheinungen genau zu verfolgen.

BAND XXIV. JAHRGANG 1906. HEFT 9.

# BERICHTE

DER

# DEUTSCHEN

# BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

VIERUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 9.

MIT TAFEL XX—XXI.

AUSGEGEBEN AM 27. DEZEMBER 1906.

BERLIN,

GEBRÜDER BORNTRÆGER,

1906.

# Inhaltsangabe zu Heft 9.



**Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:**

**Freitag, den 28. Dezember 1906,**

abends **7** Uhr,

**im Hörsaale des Schwendener'schen Botanischen Instituts,**

Dorotheenstr. 5, I.

# Sitzung vom 30. November 1906.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Der Gesellschaft wird die Mitteilung unterbreitet, dass unser korrespondierendes Mitglied

Herr Professor **Marshall H. Ward,**

D. Sc., F. R. S., Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge** (England) am 26. August d. J. verstorben ist. Seine Verdienste zu würdigen muss einem späteren Nachrufe vorbehalten bleiben.

Bei der Verkündigung des Trauerfalles erhoben sich die in der Sitzung Anwesenden von ihren Plätzen.

Herr OTTO ROSENBERG, Stockholm, demonstrierte mikroskpische Präparate über seine Untersuchungen der Embryobildung von *Hieracium* und der cytologischen Vorgänge bei der Pollenbildung des Bastardes *Drosera rotundifolia* × *longifolia*. Seine einleitenden Worte erläuterte er durch farbige Wandtafeln.

# Mitteilungen.

## 72. Ludwik Garbowski: Plasmoptyse und Abrundung bei Vibrio Proteus.[1])

Mit Tafel XX.

Eingegangen am 1. November 1906.

*Vibrio Proteus* ist der berühmte Organismus, welcher zu der merkwürdigen Meinungsverschiedenheit über das Wesen seiner Gestaltsänderungen zwischen Prof. ALFRED FISCHER in Basel und Prof. ARTHUR MEYER in Marburg Anlass gegeben hat.

1) Die hier mitzuteilenden Ergebnisse bilden nur einen Teil der von mir im botanischen Universitätslaboratorium in Basel ausgeführten Untersuchungen, deren weitere Resultate ich noch an anderer Stelle zu publizieren beabsichtige.

Verfolgt man die Entwicklung von *Vibrio Proteus* in einem flüssigen Nährmedium, z. B. in alkalischem Heuinfus mit Rohrzuckerzusatz, so bemerkt man, dass in einem gewissen Moment, welcher gewöhnlich mit dem Kulminationspunkt der Entwicklung (der maximalen Trübung) zusammenfällt, ein Umschlag der Reaktion eintritt, worauf sich die sauer gewordene Flüssigkeit zu klären beginnt. Die mikroskopische Untersuchung der Heuinfuskulturen zeigt in den Anfangsstadien der Entwicklung fast nur die gewöhnlichen Vibrionenformen; aber schon nach einigen Stunden bemerkt man kugelige Gebilde, deren Grösse diejenige der Vibrionen deutlich übertrifft. Diese Kügelchen sind meist sehr beweglich, obwohl der Eindruck ihrer regen Beweglichkeit ganz bedeutend durch ihre Grösse im Gewirr der kleinen Formen gesteigert wird. Nicht selten bemerkt man an den Kügelchen kürzere oder längere Anhängsel, welche wie Schwänzchen an ihnen haften und mitschwimmen, ganz wie ein einheitlicher Organismus. Manchmal gelingt es wahre Monstrositäten zu beobachten, wie z. B. eine lange Kette, die an einer grossen aufgeblähten Kugel haftet, oder Kugeln mit zwei, drei und mehr Anhängseln zugleich (Fig. 1). Gleichzeitig fällt es auf, dass die anfangs geschlängelten Vibrionen jetzt mehr aufgeblähte Formen aufweisen. Die Zahl der letzteren nimmt immer mehr zu, und es treten noch immer öfter vollständig abgerundete Gestalten auf, die nicht mehr so beweglich sind. Noch später prädominieren die ruhigen kugeligen Formen ganz bedeutend über die hier und da noch sichtbaren beweglichen normal gestalteten Vibrionen, bis schliesslich keine beweglichen Gestalten mehr, nur ruhig liegende Kügelchen und Vibrionen, die fast Stäbchenform besitzen, zu finden sind.

Es fragt sich nun, wie entstehen die kugeligen Gestalten aus der normalen Vibrionenform? Kommt hier eine Abrundung mit einer gewissen Aufblähung der Bakterienzelle zustande (Ansicht von Prof. ARTHUR MEYER), oder sind die runden Gebilde die von den Vibrionen ausgeschiedenen sogenannten Plasmoptysekugeln (Ansicht von Prof ALFRED FISCHER)?

Die direkte Beobachtung im Hängetropfen gibt keine Antwort auf diese Frage. Die gut beweglichen Individuen lassen sich in ihren Formveränderungen nicht verfolgen, die ruhenden verhalten sich in dieser Beziehung absolut träge. Man muss also mit irgend welchen äusseren Mitteln in das Leben der Vibrionen eingreifen und ihr Verhalten dabei verfolgen.

Da die Gestaltsänderungen von *Vibrio Proteus* anscheinend mit der Säuerung seines Nährmediums in Beziehung stehen, so wurde zuerst die Wirkung verdünnter Ammoniak- und Essigsäuredämpfe auf den Organismus untersucht. Es wurden von den verschiedenen Heuinfuskulturen (ohne Zucker, mit 0,1 pCt., 1 pCt. und 10 pCt.

Zucker) in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung Hängetropfen angelegt und diese der Wirkung verschieden konzentrierter Lösungen der genannten Agentien in bekannter Weise durch den Spalt zwischen dem Deckgläschen und dem Objektträger ausgesetzt. Das allgemeine Ergebnis einer grösseren Anzahl von Einzelbeobachtungen ist folgendes:

In einer gewissen Wachstumsperiode, welche dem Zeitpunkt der maximalen Entwickelung (Trübung) vorangeht, wo noch fast nur die normal geformten gut beweglichen Vibrionen vorhanden sind, lässt sich durch eine längere Wirkung der Essigsäure- resp. Ammoniakdämpfe eine deutliche, wenn auch nicht allgemeine Plasmoptyse hervorrufen. Dieser Zeitpunkt tritt z. B. in einer Heuinfuskultur mit 10 pCt. Zucker nach 16–20 Stunden[1]) (Temperatur im Brutschrank 32°) ein. Die Konzentrationen der frisch bereiteten Säure- und Ammoniaklösungen, welche sich in der gewünschten Richtung erfolgreich erwiesen, schwankten zwischen 0,1 pCt. bis 0,5 pCt. (als Ausgangsmaterial diente Acid. acet. glaciale und Liquor Ammon. caustici, welcher für 20 pCt. angenommen wurde), wobei allgemein eine etwas stärkere Säure- (etwa 0,2 pCt.) als Ammoniakkonzentration (0,1 pCt.) nötig war. Nach 10—20 Minuten, manchmal aber erst nach $^1/_2$—$^3/_4$ Stunde der Agenswirkung, nachdem schon fast alle im Hängetropfen vorhandenen Individuen unbeweglich geworden sind, kann man bemerken, dass an den Enden einiger wenig gliedriger Kettchen entweder einseitig oder seltener von beiden Seiten winzige Pünktchen auftreten, welche sich zu Kügelchen ausbilden, deren Durchmesser 2,3 bis mehrmals die Stäbchendicke übersteigt. Diese Kugelbildung lässt sich durch beide Agentien zustande bringen, doch erwies sich in meinen Versuchen 0,2—0,5 pCt. Essigsäure am wirksamsten.

Die beschriebene Wirkung von Essigsäure- bzw. Ammoniakdämpfen ist aber nicht die einzige. Neben den gestreckten Formen, welche der Einwirkung von Säure und $NH_3$ widerstehen, gibt es im Hängetropfen einer etwa 20 Stunden alten Kultur immer eine Anzahl etwas aufgeblähter Gestalten, welche noch deutlich ihre beiden Durchmesser erkennen lassen (Fig. 2). Diese sind es, welche nach der entsprechenden Wirkungszeit teilweise verschwinden und zu abgerundeten Kugeln werden mit einem oder noch öfter zwei an ihrer Oberfläche sich abhebenden Pünktchen (Fig. 3). Einen Gegensatz in der Säure- und Ammoniakwirkung — Abrunden und wieder zum Vibrio regenerieren — wie es Prof. ALFRED FISCHER in diesen

1) Die Entwicklung von *Vibrio Proteus* in einer flüssigen Nährlösung ist in hohem Masse von der Menge des Aussaatmaterials abhängig, daher haben die angeführten Zeitdaten nur relativen Wert.

Berichten, Bd. XXIV, S. 68, beschreibt, habe ich nicht konstatieren können. Prof. A. FISCHER berichtet über einen Versuch, wo er „innerhalb einer Stunde dieselben Individuen dreimal zu Kugeln und dreimal zu Vibrionen regeneriert hat — letzteres immer durch Ammoniak . . .“, und ich konnte die Regenerierung der zur Aufblähung gebrachten Individuen kein einziges Mal zustande bringen, trotzdem ich in dieser Hinsicht Kulturen in verschiedenen Entwicklungsstadien (12 Stunden bis 48 Stunden alt) untersuchte und auch die Konzentrationen der wirkenden Agentien — Essigsäure und Ammoniak — in ziemlich weiten Grenzen (von 0,01 pCt. bis 1 pCt.) variieren liess. Ich habe mich mehrere Male überzeugt, dass dieselben Gestalten bei saurer, wie auch bei alkalischer Reaktion des Hängetropfens auftraten. Einen Unterschied im Verhalten der Organismen von Heuinfus- und Zuckerbouillonkulturen habe ich auch nicht gefunden.

Es drängt sich schon jetzt der Schluss auf, dass die beiden Vorgänge — Abrundung und Plasmoptyse — in den flüssigen Kulturen sich nebeneinander abspielen. Es entsteht somit die Aufgabe, diese beiden Vorgänge voneinander zu „trennen“, um sie deutlicher verfolgen zu können. Dies ist mir auch gelungen und zwar auf folgende Weise:

Nachdem ich mich überzeugt habe, dass eine Agarstrichkultur (gewöhnlicher Peptonbouillonagar) von *Vibrio Proteus* viel regelmässigere Formen aufweist, als die flüssigen Kulturen, habe ich zu der folgenden Versuchsreihe nur die erste benutzt. Zu meinen Versuchen brauchte ich ein Material von möglichst einförmiger Gestalt, um die sich im Hängetropfen abspielenden Vorgänge nicht an den einzelnen Individuen, was bei der langen Beobachtungszeit leicht zu Verwechslungen führen kann, sondern an ihrer Gesamtheit verfolgen zu können. Ein solches Material liefert eine im Brutschrank bei 32° während 20 Stunden vorgezüchtete Agarstrichkultur, die später bei Zimmertemperatur gehalten wird. Die gleichmässig bewachsene Oberfläche weist fast nur die normalen gekrümmten Vibrionen auf. Während einer ganzen Woche und länger hat man geeignetes Arbeitsmaterial vorrätig, nur ist zu beachten, dass die Bakterienwuchsfläche nicht durch das Kondenswasser bespült wird. In diesem entstehen nämlich bald ebenso, wie in einer flüssigen Kultur, die Kugelgestalten, zunächst bewegliche, später unbewegliche und bilden einen weissen Bodensatz. Stellt man sich aus einem solchen Material eine Aufschwemmung im Wasser (destilliertes oder Leitungswasser) her und bewahrt sie eine längere Zeit in einer feuchten Kammer auf, so bemerkt man, dass sich die anfangs gut geschlängelten schlanken Vibrionen immer mehr aufblähen, bis nach Verlauf von etwa 24 Stunden eine ganz allgemeine Abrundung eintritt. Das Bild Fig. 4

gibt einen Teil des Hängetropfenrandes mit der Reihe von nebeneinander liegenden Kügelchen wieder, deren einige auch die oft sichtbaren Körnchen aufweisen. Ausser den Kügelchen waren in der Wasseraufschwemmung keine anderen Formen zu finden, weder allein, noch mit den Kügelchen verbunden. Von Häuten, die sich in Wasser (das vor wie nach neutral reagierte) allerdings nicht aufgelöst hätten, war absolut nichts zu sehen.

Es ist mir auch gelungen, den Vorgang der Abrundung direkt zu beobachten unter Zuhilfenahme der Ammoniakwirkung auf die in Wasser einige Zeit liegen gebliebenen Vibrionen. Es wurde mittels einer kleinen Öse (1 *mm* im Durchmesser) etwas von dem Aufschwemmungsmaterial in einen Hängetropfen aus destilliertem Wasser übergetragen. *a* und *b* (Fig. 5) stellen zwei Individuen dar, welche ich im Auge hatte, als der Spalt zwischen dem Deckgläschen und dem Objektträger mit 0,2 pCt. $NH_3$-Lösung geschlossen war. Nach 10 Minuten hat sich *b* etwas aufgebläht, während *a* sich träge verhielt. Es wurde die 0,2 pCt. $NH_3$-Lösung durch eine 0,5 ersetzt, und es dauerte nicht lange, dass $a_1$ ruckweise zu $a_2$ geworden ist, und nach Verlauf von noch 15 Minuten kamen die einwandsfreien Abrundungskugeln $a_3$ und $b_3$ zum Vorschein. Die Bilder geben zugleich Aufschluss darüber, auf welche Weise die über die Kugeloberfläche etwas herausragenden Körnchen entstehen.

Nicht nur reines Wasser, sondern auch schwache Lösungen solcher Stoffe, die nicht sofort tötend auf den *Vibrio* wirken und ihn nur unvollständig ernähren, wie z. B. eine 1 pCt. Glyzerin- oder Rohrzuckerlösung, führen zu einer Abrundung der immer schwächer werdenden Organismen. Es lassen sich diese Flüssigkeiten in eine Reihe nach ihrem Ernährungswert ordnen, wobei der Vibrio um so länger seine normale Gestalt behält, je besser die entsprechende Lösung seinen Nährbedürfnissen entspricht. Fig. 6 stellt den Rand eines Hängetropfens von der Aufschwemmung in einer 1 pCt. Glycerinlösung dar, welche gleichzeitig mit der oben erwähnten Wasseraufschwemmung angelegt wurde. Man sieht hier neben den vollständig abgerundeten Kugeln und ziemlich unverändert gebliebenen Stäbchen ovale Übergangsformen zwischen beiden. Die Zahl der letzteren war in der Zuckeraufschwemmung noch grösser mit gleichzeitiger Abnahme der Kugeln.

In allen Versuchen war von der Plasmoptyse nichts zu sehen. Es lag aber nahe von den pessimalen Lebensbedingungen, wie sie ein Hängetropfen aus destilliertem Wasser darbietet, zu den optimalen — einer alkalischen Peptonbouillonlösung oder noch besser einer solchen mit etwas Zuckerzusatz überzugehen. Es wurde wieder eine Aufschwemmung von dem Agarmaterial, das im gewünschten Entwickelungsstadium sich befand, in etwas Wasser gemacht und

von hier in die entsprechenden Hängetropfen mit Hilfe der kleinen Öse eine Spur übertragen. Die Organismen, welche im Wasser ihre Beweglichkeit bald einbüssen und mehr Stäbchen- als Vibrionenformen aufweisen, nehmen unter der Wirkung des zusagenden Nährmediums ihre normale Vibrionenform bald an. Während 2 bis $2^1/_2$ Stunden kann man an den gut beweglichen Vibrionen, die sich inzwischen deutlich vermehrt haben, keine Gestaltsänderung wahrnehmen. Nach dieser Zeit aber gelingt es schon hier und da bewegliche runde Gestalten zu bemerken. Bei genauer Beobachtung sieht man, dass jede von ihnen ein Anhängsel mitschleppt, eben das herabhängende Häutchen des einzelnen Vibrio oder eines noch nicht geteilten Pärchens. Wird die Beobachtung in der rechten Zeit nach dem Einlegen des Hängetropfens vorgenommen, so gelingt es zuweilen, die Plasmoptyse an einer grossen Individuenzahl zu sehen. In meinen Versuchen begann sie im Hängetropfen von 1 pCt. Zuckerbouillon gewöhnlich nach Verlauf von zwei bis drei Stunden und war etwa zwei Stunden später vollendet. Nach dieser Zeit lagen allerdings die plasmoptierten Vibrionen schon meist ruhig. Die Mehrzahl plasmoptiert in der Bewegung; bei diesen ist es unmöglich, die nach einander folgenden Stadien der Plasmoptyse zu notieren. Mit Leichtigkeit kann man es aber bei den ruhig an einer Stelle Verbleibenden vornehmen. *a*, *b* und *c* (Fig. 7) stellen drei Stadien dieses Vorganges an einem Individuum, das ununterbrochen beobachtet wurde, dar. Zwischen *a* und *b* verflossen 10 Minuten, *c* entstand nach Verlauf von noch 15 Minuten. Der ganze Vorgang nimmt somit etwa $^1/_2$ Stunde in Anspruch. Das Bild im Hängetropfen nach dem Eintritt der Plasmoptyse ist überaus charakteristisch: man sieht die geometrisch runden, kleineren und grösseren Kügelchen mit ihren meist etwas gekrümmten, zuweilen ganz dünnen Anhängseln zusammen mit den nicht plasmoptierten Individuen in dichtem Gedränge längs des Tropfenrandes liegen; hier und da trifft man ein längeres Stäbchen mit zwei Kügelchen, je einem an einem Ende, sehr selten sind die Formen mit zwei anhaftenden kurzen „Beinchen“ (Fig. 8). Ausser diesen Gestalten sieht man keine anderen, weder lose liegende Kugeln, noch ellipsoidische Aufblähungsformen. Kein einziges Mal konnte man ein „Abstreifen“ des anhängenden Stäbchens von dem ausgepressten Plasmatröpfchen bemerken, und ich fühle mich daher berechtigt, auf Grund aller dargelegten Beobachtungen die Ansicht von Prof. A. FISCHER, dass die in einer flüssigen Kultur von *Vibrio Proteus* auftretenden anhangslosen kugeligen Gestalten mit den oben beschriebenen Plasmoptysegebilden in irgend welchem genetischen Verhältnis stünden, als unrichtig aufzufassen. Prof. A. FISCHER hat zwei nebeneinder verlaufende und voneinander unabhängige Vorgänge in einen grösseren gemeinschaftlichen Cyklus verbunden, welcher de facto nicht existiert.

Es bleibt noch übrig die Versuche über die Regenerierung des durch Plasmoptyse resp. Abrundung deformierten Materiales zu erwähnen.

Die durch längeres Liegen im Wasser abgerundeten Gestalten zogen beim Übertragen in einen Hängetropfen von Zuckerbouillon ihren Inhalt neumondförmig an einer Seite der Kugel zusammen und bekamen ein mehr gekörneltes Aussehen, zeigten aber sonst beim Übertragen in eine frische Nährlösung keine Lebenserscheinungen mehr; die beweglichen konnte man noch einige Zeit umherschwimmen sehen, wobei die Anhängsel immer kleiner und dünner wurden, zur „Abstreifung" aber nie gelangten (Fig 10); schliesslich werden sie auch sistiert, um scheinbar definitiv vom Leben Abschied zu nehmen.

In der obigen Darlegung habe ich den Terminus „Plasmoptyse" gebraucht, weil die beschriebenen Erscheinungen so innig mit diesem Wort verbunden sind. Es braucht aber kaum besonders hervorgehoben zu werden, dass diese „Plasmoptyse" eine Ausscheidung von Protoplasma aus dem Organismus, welcher deformiert noch einige Zeit am Leben bleibt, und nicht, wie Prof. A. FISCHER will, ein Ausschleudern des ganzen Protoplasten aus seiner Hülle, die, wie ein altes Kleid weggeworfen, „abgestreift" wird, darstellt.

In der Erscheinung der „Plasmoptyse" steht *Vibrio Proteus* gar nicht isoliert da. Auf rein osmotischem Wege konnte ich eine sehr auffallende momentane Plasmaausscheidung bei einem in Jauche lebenden Vibrio hervorrufen. Auch *Spirillum volutans* ist geneigt, in gewissen Kulturbedingungen Plasma körnig und fadenförmig aus seinem Leibe auszuscheiden, worüber an anderer Stelle berichtet werden soll.

## 73. Helene Kränzlin: Über das Dickenwachstum der Palme Euterpe oleracea.

Mit 4 Abbildungen im Text.

Eingegangen am 10. November 1906.

In einem Aufsatz „Sta. Catharina, Brasilien," Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Nr. 51, Band IX, macht ALFRED MÖLLER nähere Angaben über die auffallend starke Umfangszunahme älterer, schon weit vom Vegetationskegel entfernter Stammteile von *Euterpe oleracea*. In Brusthöhe, $1^1/_2$ *m* unter dem untersten Blatte gemessen, zeigte ein Stämmchen:

| | | |
|---|---|---|
| am 26. Januar 1891 . . . . | 24,5 *cm* | Umfang |
| „ 1. Oktober 1891 . . . | 25,7 „ | „ |
| „ 7. Januar 1892 . . . . | 27,5 „ | „ |
| „ 26. Oktober 1892 . . . | 29 „ | „ |

Ferner beobachtete MÖLLER, dass alte Exemplare stets viel dicker sind als junge.

Da diese Beobachtungen dafür sprachen, dass bei *Euterpe* doch vielleicht eine Art von sekundärem Dickenwachstum vorkommt, sammelte Professor MÖLLER geeignetes Material und hatte dann die grosse Liebenswürdigkeit, es dem Botanischen Institut der Universität Berlin zur Untersuchung zu überlassen. Er hat ferner dieses Material im Herbst 1906 durch eine Anzahl von je in 2 *m* Abstand herausgesägten Stammscheiben alter *Euterpe*-Stämme ergänzt.[1])

Schon makroskopisch gewahrt man an einem jeden Stammquerschnitt, dass die basthaltige Rindenregion sehr scharf von dem übrigen Stammkörper absetzt. Es lag nahe, hier nach einer Kambiumzone zu suchen, aber bei jungen wie bei alten Stämmen war das Resultat negativ. Vielmehr stellte sich heraus, dass auch *Euterpe oleracea* in der Tat nur durch Vergrösserung ihrer Gewebeelemente in die Dicke wächst. — Wenn ich mich trotzdem entschloss, im Folgenden eine kurze Mitteilung über den genannten Gegenstand zu machen, so hat das darin seinen Grund, dass der Modus des Dickenwachstums bei *Euterpe* von dem bisher beschriebenen in einigen Punkten abweicht.

Da, wie oben bemerkt wurde, eine kambiogene Zone zwischen Rinde und Stamm bei *Euterpe* nicht zu bemerken war, so mussten sämtliche Komponenten des Palmenstammes auf ihre Wachstumsfähigkeit hin untersucht werden. Ich bespreche im Folgenden erst die Bündel und zum Schluss das Grundparenchym. Es sei bemerkt, dass alle zur Besprechung gelangenden Gefässbündel Durchschnittsgrösse und -Beschaffenheit haben und von der Rindenschicht aus gerechnet etwa der zwölften Bündelzone (wenn man von einer solchen sprechen darf) angehören.

Fig. 1 zeigt ein Bündel aus einem Stammteile von $3^1/_2$ *cm* Durchmesser. An die grosslumigen und zahlreichen Gefässe schliesst sich an der der Peripherie des Stammes zugekehrten Seite ein stark entwickeltes Leptom an. Dieses ist von einer halbkreisförmigen Zone kleiner dünnwandiger Zellen umgeben, deren öfters angetroffene Anordnung in radialen Reihen auf Zellvermehrung schliessen lässt. Wir haben hier den künftigen Sklerenchymbelag im embryonalen Zustand vor uns. Das Vorhandensein dieser jugendlichen Gewebe

1) Besonderer Dank für verständnisvolle Auswahl und Transport des Materials sei hiermit Herrn ERICH GÄRTNER in Blumenau (Brasilien) abgestattet.

ist in einem so weichen Stammstücke, wie es das vorliegende ist (der Schnitt war mit dem Mikrotom gemacht), nichts Erstaunliches, wohl aber die Tatsache, dass sich ein sehr ähnliches Bild in einem Querschnitt wiederfindet, der durch ein völlig erhärtetes Stück von $5^1/_2$ *cm* Durchmesser gemacht wurde (Fig. 2). Die Härte dieses Stammteiles ist so gross, dass sowohl Mikrotom- wie Rasiermesser versagen und man sich versucht fühlt, das Vorkommen embryonaler Gewebe darin a priori zu verneinen. Vergleicht man Fig. 2 mit

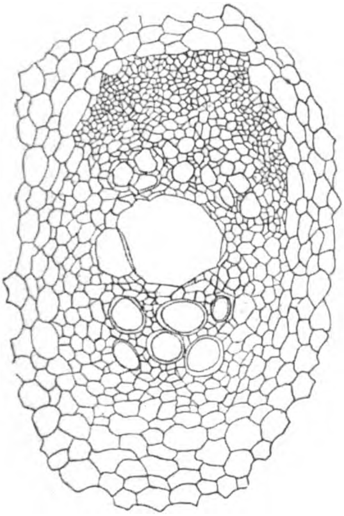


Fig. 1.

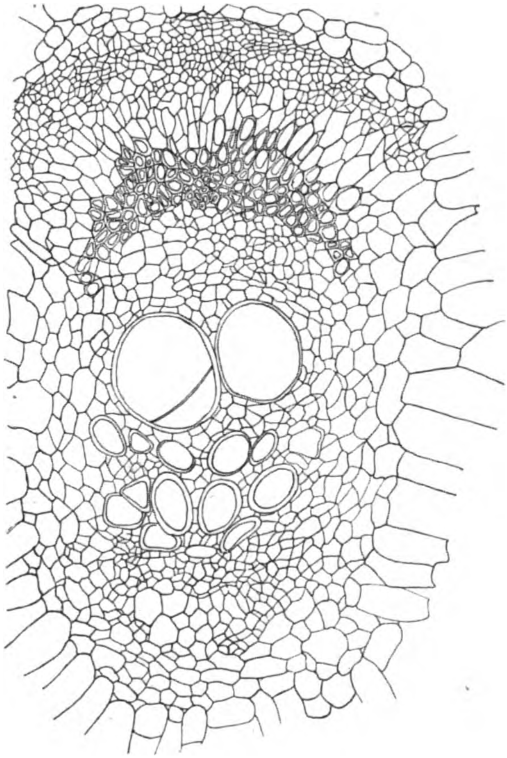


Fig. 2.

Fig. 1, so fällt auf, dass der Sklerenchymbelag an Grösse bedeutend zugenommen hat. Dem Leptom zunächst liegt eine Schicht englumiger echter Bastzellen, darauf folgen einige Reihen von Bastzellen, die radial gestreckt sind und an ihrem dem primären Baste zugekehrten Ende verdickte Wände zeigen, und über diesen wieder finden sich langgestreckte, noch völlig dünnwandige Zellen, bis schliesslich der Sklerenchymbelag in eine ziemlich breite Zone von embryonalen Zellen übergeht. Es ist deutlich, dass sowohl die sechseckigen bzw. rhombischen Bastzellen, sowie die darüberliegenden langgestreckten, verdickten und unverdickten Zellen aus dem bei 1

noch völlig embryonalen Gewebe hervorgegangen sein müssen. Andrerseits drängt sich die Vermutung auf, dass auch der noch übrige Teil der dünnwandigen, ungestreckten Zellen zu solch radialgestreckten, vom Bastteil her sich verdickenden Zellen ausgebildet werden wird. Das Aussehen der Bündel in einem Stammstück aus einer Höhe von 3,6 *m*, das 9,2 *cm* Durchmesser aufweist, bestätigt

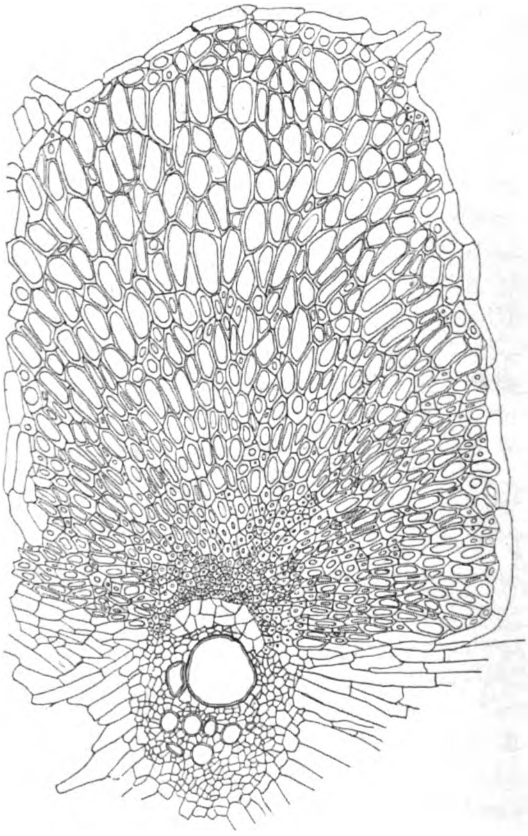


**Fig. 3.**

diese Annahme. Die Region der kleinlumigen Bastzellen dicht am Siebteil zeigt dieselbe Ausdehnung wie in jüngeren Stämmen, die darüberliegenden, radialgestreckten Zellen jedoch weisen jetzt so starke Wandverdickungen auf, dass sie sich als besondere Region von den kleinen Bastzellen einerseits und von den aussenliegenden, nur schwach verdickten, länglichen Zellen abheben. Letztere haben an Zahl bedeutend zugenommen und umgeben jetzt im Dreiviertelkreisbogen das ganze Bündel. An der Aussenseite ist nur ein schmaler Streifen des „embryonalen“ Gewebes geblieben. Aus dem-

selben Palmenstamm, aber von einer in Brusthöhe, also 2 *m* tiefer, entnommenen Scheibe, stammt das Urbild von Fig 3. Hier ist von „embryonalem“ Gewebe nichts mehr vorhanden, der ganze Gefässbündelbelag besteht aus dickwandigen Zellen, die im Querschnitt je nach ihrer Lage zum Leptom kurz- oder radialgestreckt, eng- oder weitlumig sind. Es ist zu bemerken, dass sich an der Peripherie des Bündels ein bis zwei Reihen dickwandiger, im Querschnitt rundlicher Bastzellen finden. Endlich wurden Schnitte aus einer Stammscheibe von 17,5 *cm* Durchmesser untersucht. Sämtliche Zellen sind noch stärker verdickt als bei Fig. 3, und auch die peripherischen, mit vorher rundlichem Querschnitt haben längliche Gestalt angenommen. Von jetzt an dürfte eine Grössenzunahme des Bündels und damit nach unserer Theorie auch der Gesamtdicke des Stammes kaum zu erwarten sein; und in der Tat gehören auch Exemplare, die die angegebene Durchmesserziffer überschreiten, wenigstens im Gebiete von Sta. Catharina in Brasilien zu den grossen Seltenheiten.

Durch die eben geschilderten Vorgänge im Gewebe der Bündel ist natürlich eine bedeutende Grössenzunahme derselben bedingt. Sie ist ersichtlich aus den schematischen Darstellungen der Fig. 4, *a—e*, die sämtlich mit dem Prisma aufgenommen sind. (Siehe folgende Seite).

Schema *a* Längsdurchmesser 3 *cm* (= Fig. 1) stammt aus einer Scheibe von 3 *cm* Durchmesser;
„ *b* Längsdurchmesser 4,5 *cm* (= Fig. 2) stammt aus einer Scheibe von 5,5 *cm* Durchmesser;
„ *c* Längsdurchmesser 8 *cm* stammt aus einer Scheibe von 9 *cm* Durchmesser;
„ *d* Längsdurchmesser 10 *cm* (= Fig. 3) stammt aus einer Scheibe von 11,5 *cm* Durchmesser;
„ *e* Längsdurchmesser 11 *cm* stammt aus einer Scheibe von 17,5 *cm* Durchmesser.

Vergleicht man die Durchmesserziffern der Stammscheiben, aus denen die Bündel stammen, und die verhältnismässige Zunahme der Bündel, so ergibt sich, dass beide nicht im gleichen Verhältnis bleiben. Die Gefässbündel erreichen trotz ihres ausserordentlichen Wachstums nicht die Grösse, die nach der Durchmesserzunahme des Stammes zu erwarten wäre. Beginnt man den Vergleich der Verhältniszahlen bei *b*, wo keine Neubildung von Bündeln im Grundparenchym mehr eintritt, so zeigt sich, dass der Stammdurchmesser bei *e* das 3,19 fache von *b*, die verhältnismässige Bündelstärke jedoch bei *e* nur das 2,44 fache von *b* erreicht hat. Diese Tatsache schliesst ein, dass das Grundgewebe des Stammes die Dehnung in noch höherem Grade erfahre als die Bündel. Das ist tatsächlich der Fall. Zwar machen die markstrahlenartig zwischen den Bündeln liegenden,

parenchymatischen Zellen in ihrer länglichen Gestalt den Eindruck, als wären sie bei dem starken Wachstum der Bündel rein passiv geblieben, jedoch beweist die Zählung sowohl wie die Zeichnung mit dem Prisma, dass auch sie sich vermehrt und vergrössert haben. Genaue Zahlen über die Zunahme der parenchymatischen Bestandteile des Stammes kann ich leider nicht geben, da selbst innerhalb

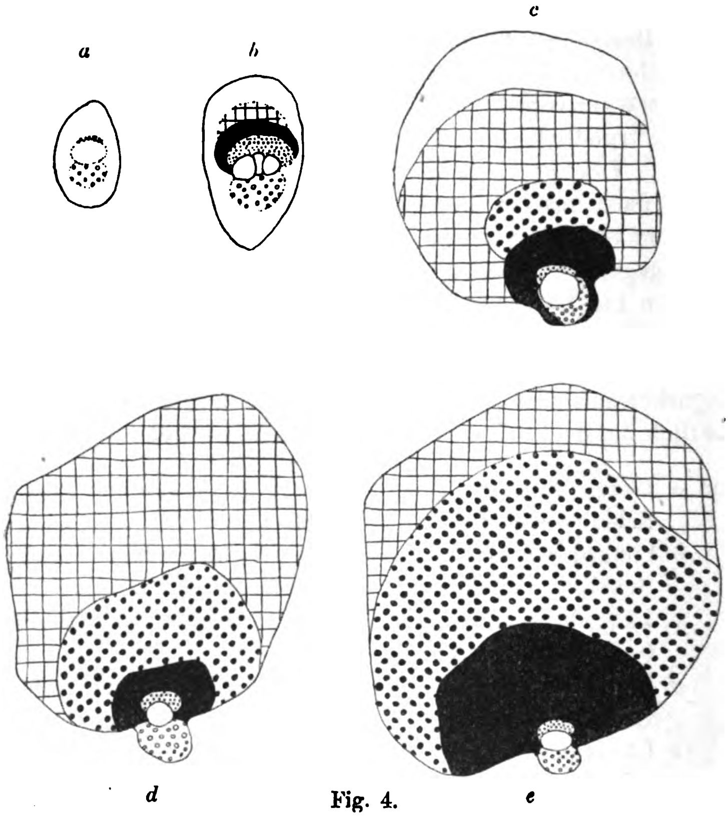



Fig. 4.

**Schematische Darstellung der Grössenzunahme des Gefässbündelquerschnittes.**

Die ganz schwarzen Felder bedeuten die völlig verdickten Bastzellen. — Die punktierten Felder bedeuten gestreckte, teilweise verdickte Zellen. — Die karrierten Felder bedeuten gestreckte, unverdickte Zellen. — Die ganz weissen Felder bedeuten embryonales Gewebe.

einer in der Region der zwölf Bündel konstruierten Zone die Zwischenräume zwischen zwei Bündeln zu verschieden sind, als dass sich Durchschnittszahlen aufstellen liessen.

Das Resultat der vorliegenden Untersuchung ist also nach dem Gesagten folgendes: Der *Euterpe*-Stamm wächst, wie es auch für andere Palmenstämme Regel ist, durch Vergrösserung der vorhandenen Gewebeelemente. Nur ein Neues tritt hinzu: Im Stamme der *Euterpe*, der schon bei 5,5 *cm* Durchmesser holzig und eisenhart ist, findet

sich in den Gefässbündelbelägen embryonales Gewebe, das fortfährt sich zu vermehren, bis eine Belagsstärke von annähernd 30 Zellen erreicht ist. Dieser Zustand tritt erst ein bei einer Stammdicke von etwa 10 *cm* Durchmesser. Schon während der Zellvermehrung und noch lange nachher findet vom Mestomteil nach aussen fortschreitend radiale Streckung und Wandverdickung dieser Zellen statt. Ist dieser Zustand bei der äussersten Zellreihe erreicht, so hat das Dickenwachstum des *Euterpe*-Stammes ein Ende.

Überblickt man die über das Dickenwachstum bei Palmen bestehende Literatur, so fällt auf, dass weder EICHLER in den Berichten der Berliner Akademie vom Jahre 1886, noch GREGOR KRAUS in den Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg 1901 oder sein Schüler W. BARSIKOW ebenda diese Erscheinung bei *Euterpe oleracea* erwähnen, obgleich alle drei Autoren diese Palme als Beispiel für starkes Dickenwachstum heranziehen. Einzig H. VON MOHL in seinem Werke „De palmarum structura" erwähnt das Vorhandensein dünnwandiger Gewebeteile im ausgebildeten Palmenstamm, allerdings ohne die Folgerung zu machen, dass hier ein von anderen Palmen abweichender Verdickungsmodus vorliege und ohne das Alter bezw. den Durchmesser des abgebildeten Palmenstückes anzugeben. Es handelt sich hier nicht um *Euterpe oleracea*, sondern um die ebenfalls zu den Lepidocaryoideen gehörige *Astrocaryum vulgare*. Seine Abbildung entspricht meiner Fig. 2. Im Text heisst es: Cellularum in media libri parte sitarum membranae tenues factae sunt, — fasciculorum versus centrum caudicis sitorum liber ex tenuibus formatur membranis, exceptis iis solum cellulis quae corpori lignoso adjacent.

Berlin, Botanisches Institut der Universität.

---

# 74. A. Ursprung: Über die Dauer des primären Dickenwachstums.

(Vorläufige Mitteilung).

Eingegangen am 12. November 1906.

Das primäre Dickenwachstum beruht darauf, dass die im Vegetationspunkt gebildeten Zellen sich vergrössern, zum Teil unter erneuter Teilung. Eine Folge hiervon ist die Gestalt des Vegetationskegels und ganz allgemein die Dickenzunahme eines Organes vor

Ausbildung des Cambiums. Mit der Tätigkeit des Cambiums beginnt das sekundäre Dickenwachstum.

Das Auftreten des Cambiums kann nun natürlich kein Grund dafür sein, dass die Grössenzunahme der schon vorhandenen Zellen von jetzt an aufhören sollte. A priori ist also nicht anzunehmen, dass das primäre Wachstum sein Ende erreicht hat, wenn das sekundäre beginnt. Diese Annahme wird durch die Tatsachen vollständig bestätigt. Sehr schön lassen sich diese Verhältnisse an zwei Abbildungen verfolgen, die FRANK[1]) in seinem Lehrbuch der Botanik publiziert hat. Es handelt sich um zwei Querschnitte des Stengels von *Helianthus annuus*, von denen der eine nach Abschluss des Längenwachstums des Internodiums, der andere nach Abschluss des Dickenwachstums „desselben Internodiums“[2]) gezeichnet wurde. Aus diesen Abbildungen ist ohne weiteres zu ersehen, dass nach Beginn der Cambiumtätigkeit der Durchmesser des Markzylinders noch ganz bedeutend — um etwa das Fünffache — zugenommen hat. Solange zwischen den einzelnen Gefässbündeln noch breite, unverholzte, parenchymatische Gewebekomplexe liegen, ist die Fortdauer des primären Dickenwachstums leicht verständlich. Die Verhältnisse werden aber ganz andere, wenn einmal ein vollständig geschlossener Holzkörper sich gebildet hat und das Mark somit von einem ununterbrochenen Ring verholzter Zellen umgeben ist. Die Möglichkeit einer weiteren Durchmesserzunahme des Markzylinders nach Ausbildung eines geschlossenen Holzzylinders musste, nach unseren bisherigen Kenntnissen, verneint werden. FRANK äussert sich (l. c.) hierüber folgendermassen: „Der Markkörper erweitert sich beträchtlich, und entsprechend wachsen alle Zellen der Rinde und der Epidermis in peripherischer Richtung, unter gleichzeitiger Vermehrung. Bedingung für diese Streckung in der Querrichtung ist natürlich, dass an oder unter der Oberfläche k e i n s t a r r e r G e w e b e m a n t e l l i e g t.[3]) Wenn daher, wie gewöhnlich, in der Nähe der Peripherie ein Festigungsring vorhanden ist, so ist derselbe hier in kurzen Zwischenräumen von dehnbaren Gewebestreifen unterbrochen. Dieses mechanische Prinzip ist besonders in die Augen springend an dicotylen Stengeln. D e r H o l z r i n g w i r d h i e r s o l a n g e n i c h t g e s c h l o s s e n a l s d a s p r i m ä r e D i c k e n w a c h s t u m a n d a u e r t:[3]) das Strahlenparenchym, welches die einzelnen Fibrovasalstränge voneinander trennt und Mark und Rinde verbindet, gestattet durch sein Wachsen das erforderliche Weiterwerden des aus Holz gebildeten Rohres.“ Hiernach wäre also eine weitere Vergrösserung des Mark-

1) FRANK, Lehrbuch der Botanik, Bd. 1, S. 376.

2) Es handelt sich hier natürlich um eine ungenaue Ausdrucksweise, indem nicht „dasselbe“, sondern ein entsprechendes Internodium verstanden ist.

3) Von mir gesperrt.

durchmessers unmöglich, sobald ein geschlossener Holzzylinder sich gebildet hat. Diese Ansicht FRANK's, die zwar nicht durch entsprechende Untersuchungen gestützt ist, scheint allgemeine Zustimmung gefunden zu haben, wohl deshalb, weil ihre Richtigkeit a priori selbstverständlich erschien und man es daher gar nicht für nötig hielt, diesbezügliche Beobachtungen anzustellen. Dies musste um so mehr überflüssig erscheinen, als ja die Zellwände des Holzringes verholzt waren, und daher nach den Untersuchungen von SCHELLENBERG[1]) u. a. nicht mehr in die Fläche wachsen konnten.

An der Richtigkeit dieser Anschauung begann ich zu zweifeln, als ich vor einigen Jahren bei der Untersuchung von *Tectona grandis*[2]) die Beobachtung machte, dass das Mark noch nachträglich in die Dicke wächst, nachdem bereits ein geschlossener Holzzylinder sich gebildet hatte. Es ist ohne weiteres klar, dass Grössendifferenzen im Durchmesser des Markzylinders dadurch hervorgerufen sein können, dass der Markzylinder vor Ausbildung eines geschlossenen Holzzylinders an verschiedenen Stellen verschieden weit ist Wenn auch das zur Verfügung stehende Untersuchungsmaterial nur gering war, so liess sich doch mit Sicherheit feststellen, dass der Markzylinder in dem jüngeren Sprosse noch nicht die endgültige Weite erreicht hatte, obschon der Holzzylinder bereits geschlossen war. In qualitativer Hinsicht war die Frage entschieden. Es liess sich dagegen wegen des unzureichenden Untersuchungsmateriales nicht ermitteln, wie stark dieses Wachstum des Markes ist. Dazu ist es natürlich notwendig zu wissen, in welchen Grenzen der Durchmesser des Markzylinders schwanken kann, bevor ein geschlossener Holzring ausgebildet ist.

Etwas eingehendere Untersuchungen führte ich kürzlich an *Sambucus nigra* aus, einer Pflanze, die ja bekanntlich eine starke Ausbildung des Markes zeigt und die daher a priori zum Studium der fraglichen Wachstumserscheinungen geeignet erscheinen musste. Das untersuchte Exemplar hatte baumähnlichen Habitus, war 4 *m* hoch und reich verzweigt; der Stammdurchmesser betrug in der Nähe des Bodens 8 *cm*. Die Untersuchung erfolgte Ende Oktober. In der folgenden Tabelle sind die Messungsresultate angegeben, die am Stamm und dem ihn fortsetzenden Hauptspross erhalten wurden. Es wurden bestimmt der Durchmesser des ganzen Querschnittes, der Durchmesser des Markes und die Breite des Holzringes und zwar jeweils in der Mitte der Internodien; ferner ist noch die Entfernung der Schnitte von der Sprossspitze angegeben

1) SCHELLENBERG, Beiträge zur Kenntnis der verholzten Zellmembran. Jahrb. f. wiss. Bot. 1896, Bd. 29, S. 258, 259. Zusammenstellung in PFEFFER, Pflanzenphysiologie, Bd. II, S. 37.

2) URSPRUNG, Zur Periodizität des Dickenwachstums in den Tropen. Bot. Ztg. 1904, Heft 10, S. 196.

| Entfernung des Schnittes von der Spross-spitze cm | Durchmesser des ganzen Durchschnittes mm | Durchmesser des Mark-zylinders mm | Dicke des Holz-ringes mm | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|
| 0,5 | 2,1 | 1,1 | 0,07 | Erstes Internodium, Zweig einjährig, Holzzylinder vollständig geschlossen. |
| 4 | 2,6 | 1,7 | 0,17 | Zweites Internodium, Zweig einjährig, Holzzylinder vollständig geschlossen. |
| 10 | 3,4 | 1,9 | 0,41 | Drittes Internodium, Zweig einjährig, Holzzylinder vollständig geschlossen. |
| 19 | 4,6 | 2,7 | 0,48 | Viertes Internodium, Zweig einjährig, Holzzylinder vollständig geschlossen. |
| 30 | 5,4 | 2,9 | 0,8 | Fünftes Internodium, Zweig einjährig, Holzzylinder vollständig geschlossen. |
| 42 | 6,5 | 3,6 | 0,9 | Sechstes Internodium, Zweig einjährig, Holzzylinder vollständig geschlossen. |
| 57 | 7,7 | 3,9 | 1,2 | Siebentes Internodium, Zweig zweijährig, Holzzylinder vollständig geschlossen. |
| 70 | 8,5 | 3,9 | 1,5 | Achtes Internodium, Zweig zweijährig, Holzzylinder vollständig geschlossen. |
| 87 | 9,5 | 4,5 | 2 | |
| 103 | 10 | 4,5 | 2,2 | |
| 115 | 11 | 3,5 | 3 | |
| 129 | 12,5 | 4 | 3,6 | |
| 142 | 13,2 | 4,4 | 3,8 | |
| 155 | 18 | 4 | 6,2 | |
| 166 | 21 | 4 | 7,5 | |
| 179 | 21,5 | 4,6 | 7,5 | |
| 196 | 27,5 | 5,5 | 9,5 | |
| 206 | 41,5 | 5,5 | 15,5 | |
| 221 | 45 | 5,5 | 17 | |
| 236 | 45 | 6,5 | 17 | |
| 258 | 54 | 8 | 22 | |
| 270 | 57 | 7,7 | 22 | |
| 282 | 58 | 7 | 22,5 | |
| 300 | 67 | 4,6 | 28 | |
| 323 | 78 | 5 | 32 | |
| 343 | 78 | 5,8 | 32 | |
| 373 | 80 | 7,2 | 32 | |

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass an dem untersuchten Spross der Durchmesser des Markzylinders zwischen 1,1 *mm* und 8 *mm* schwankt, nachdem bereits ein geschlossener Holzzylinder ausgebildet ist.

Zur Erklärung dieser Tatsache liegen a priori zwei Möglichkeiten vor. Die eine besteht darin, dass das Mark bereits in verschiedener Weite angelegt wird; die verschiedenen Werte des Markdurchmessers in verschiedenen Entfernungen von der Sprossspitze wären hiernach darauf zurückzuführen, dass das Mark bereits vor der Ausbildung eines geschlossenen Holzzylinders in jeder Sprosspartie die oben angegebene Weite besitzt. Wenn diese Anschauung richtig wäre, dann müssten in den obersten Internodien, die eben gerade einen geschlossenen Holzzylinder besitzen, Markdurchmesser bis zu 8 *mm* nachgewiesen sein. Nun ist es aber allgemein bekannt, dass die Durchmesser der ganzen Internodien in den obersten Sprosspartien bedeutend geringer sind, und dass daher das Mark unmöglich in definitiver Weite angelegt werden kann.

Es kann also nicht mehr zweifelhaft sein, dass der Markdurchmesser nach Ausbildung eines geschlossenen Holzzylinders noch vergrössert wird. Die nächste Aufgabe besteht darin, nachzuweisen, wie stark diese Vergrösserung sein wird und wie lange dieselbe ungefähr andauert. Zu diesem Zwecke habe ich noch verschiedene andere *Sambucus*-Sprosse (auch hier wieder jeweils in der Mitte des Internodiums) gemessen. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle (siehe S. 494) zusammengestellt. Die Sprosse sind numeriert, damit sie nicht miteinander verwechselt werden.

Hieraus geht nun hervor, dass der maximale Markdurchmesser, der in dem obersten Internodium beobachtet wurde, 2,8 *mm* beträgt. Der Markzylinder muss also noch um beinahe das Dreifache vergrössert werden können, nachdem er bereits von einem vollständig geschlossenen Holzzylinder umgeben ist. Die eben angegebene Grösse des Wachstums gibt übrigens nur ein Minimum an, da ja für gewöhnlich der Markdurchmesser im obersten Internodium bedeutend weniger als 2,8 *mm* beträgt und da ich an käuflichem Mark Durchmesser bis zu 12 und mehr Millimetern gemessen habe. Was die Dauer dieses primären Wachstums des Markes betrifft, so muss es mehrere Jahre lang anhalten können, da in zwei- und dreijährigen Sprossen das Maximum noch nicht erreicht ist.

Es braucht wohl nicht eingehend ausgeführt zu werden, dass dieses nachträgliche primäre Wachstum des Markes mit einem entsprechenden nachträglichen primären Wachstum des Holzzylinders verbunden sein muss; es ist das schon deshalb nötig, weil sonst der Holzzylinder gesprengt werden müsste.

In welcher Weise das Wachstum des Markes und des Holzkörpers vor sich geht, darüber orientieren die folgenden Messungen (S. 495). Die beiden oberen horizontalen Reihen beziehen sich auf den Hauptspross, und zwar auf die beiden Querschnitte mit dem kleinsten und

| Nummer des Zweiges | Nummer des Internodiums von der Spitze gerechnet | Entfernung des Schnittes von der Sprossspitze cm | Durchmesser des ganzen Querschnittes mm | Durchmesser des Markzylinders mm | Dicke des Holzringes mm | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Vollständig geschlossener Holzzylinder. |
| II | 1 | 0,5 | 2,2 | 1,2 | 0,08 | „ „ |
| | 2 | 5 | 3,7 | 2,3 | 0,2 | „ „ |
| | 3 | 9 | 4.3 | 2,6 | 0,3 | „ „ ein- |
| | 4 | 16 | 4.3 | 2,5 | 0,4 | „ „ jährig |
| | 5 | 28 | 4,5 | 2,5 | 0,7 | „ „ |
| | 6 | 40 | 6 | 2,8 | 0,9 | „ „ |
| | 7 | 49 | 6 | 2,8 | 1,1 | „ „ |
| | 8 | 57 | 6.8 | 2,6 | 1,4 | „ „ zwei- |
| | 9 | 64 | 7,5 | 4 | 1,3 | „ „ jährig |
| | 10 | 70 | 8,5 | 4,5 | 1,4 | „ „ |
| | 11 | 80 | 9 | 4,2 | 1,6 | „ „ drei- |
| | 12 | 97 | 9 | 4,5 | 1,7 | „ „ jährig |
| III | 1 | 0,5 | 3,2 | 1,6 | 0.2 | „ „ |
| | 2 | 4 | 3,3 | 2,3 | 0,2 | „ „ |
| | 3 | 10 | 3,8 | 2,4 | 0.3 | „ „ |
| | 4 | 18 | 4,1 | 2,5 | 0,5 | „ „ |
| IV | 1 | 1 | 2.5 | 1,8 | — | „ „ |
| | 2 | 5 | 2,8 | 2 | — | „ „ |
| | 3 | 18 | 4,2 | 3 | — | „ „ |
| | 4 | 28 | 4,7 | 3 | — | „ „ |
| | 5 | 38 | 5 | 3,2 | — | „ „ |
| V | 1 | 1 | 2 | 1,3 | — | „ „ |
| | 2 | 4 | 2,5 | 1,9 | — | „ „ |
| VI | 1 | 1 | 2,5 | 1,8 | — | „ „ |
| | 2 | 6 | 3 | 2,3 | — | „ „ |
| VII | 1 | 1 | 3,4 | 2,3 | — | „ „ |
| | 2 | 4 | 3,5 | 2,1 | — | „ „ |
| VIII | 1 | 2 | 2 | 1,3 | — | „ „ |
| | 2 | 8 | 3 | 2.2 | — | „ „ |
| | 3 | 15 | 3,4 | 2,3 | — | „ „ |
| IX | 1 | — | — | 2.8 | — | „ „ |
| X | 1 | — | — | 2,5 | — | „ „ |
| XI | 1 | — | — | 2,2 | — | „ „ |
| XII | 1 | — | — | 2,5 | — | „ „ |
| XIII | 1 | — | — | 1,1 | — | „ „ |
| XIV | 1 | — | — | 1,8 | — | „ „ |
| XV | 1 | — | — | 1,8 | — | „ „ |
| XVI | 1 | — | — | 1,9 | — | „ „ |
| XVII | 1 | — | — | 1,5 | — | „ „ |
| XVIII | 1 | — | — | 2,8 | — | „ „ |

grössten Markdurchmesser.[1]) Die dritte Reihe stammt von einem ersten Internodium mit sehr weitem Mark.

| Durchmesser des Markzylinders mm | Zahl der Holzzellen, die auf der inneren Peripherie eines Querschnittes des Holzzylinders liegen | Maximaler tangentialer Durchmesser der innersten Gefässe mm | Maximale Wanddicke der innersten Holzzellen mm | Maximale Zahl der auf einem Markdurchmesser gelegenen Markzellen | Maximaler Durchmesser der Markzellen mm |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,1 | etwa 500 | 0,028 | 0,0045 | 40 | 0,062*) |
| 8 | etwa 1300 | 0,08 | 0,007 | 80 | 0,21*) |
| 2,5 | etwa 800 | 0,039 | 0,0045 | 50 | 0,1 |

*) Hauptspross.

Schon im ersten Internodium sind die Zellen des Mark- und Holzzylinders verholzt.

Diese Zahlen zeigen nun deutlich, dass die innere Durchmesserzunahme des Holzzylinders auf einer Vermehrung der Zahl der Zellen des Holzkörpers beruht. Ebenso ist auch die Vergrösserung des Markdurchmessers auf eine Vermehrung der Zahl und dazu noch der Grösse der Markzellen zurückzuführen. Da im Holzkörper auch die Wanddicke der Zellen zunimmt, müssen wir annehmen, dass verholzte Zellen sich teilen und ihre Membranen in die Fläche und Dicke[2]) wachsen können.

Für die Gefässe wurden in der obigen Tabelle nur die tangentialen Durchmesser angegeben; es ist dadurch die Frage offen gelassen, ob mit dem Alter eine Vergrösserung des Gefässquerschnittes oder aber nur eine Deformation bei gleicher Grösse eintrete, in der Weise, dass der maximale Durchmesser zuerst radiale, dann tangentiale Richtung hat. Die diesbezüglichen Messungen ergaben nun, dass im ersten Internodium dem maximalen tangentialen Gefässdurchmesser von 0,039 *mm* ein maximaler radialer von 0,039 *mm* entspricht, während im Holzzylinder von 8 *mm* innerer Weite mit dem maximalen tangentialen Gefässdurchmesser von

1) Die Ausdrücke „innere Peripherie des Holzzylinders“ und „innerste Holzzellen“, die in der folgenden Tabelle gebraucht werden, verwendete ich nur der Kürze wegen. In Wirklichkeit liegen die gemessenen Zellen innerhalb des Holzzylinders, also einige Schichten von der Peripherie entfernt. Es hatte das den Zweck, die ins Mark vorspringenden Hadrompartien zu vermeiden und dadurch eine kreisförmige Schicht zu erhalten.

2) Ob es sich hierbei um Intussusception oder um Apposition unverholzter Lamellen auf verholzte handelt, wurde nicht untersucht.

0,08 *mm* ein maximaler radialer von 0,06 *mm* verbunden ist. Bei dem Markzylinder von 2,5 *mm* Weite bildeten Gefässe mit radialen und tangentialen Durchmessern von 0,039 *mm* ein nicht oft erreichtes Maximum, während bei dem Markzylinder von 8 *mm* Weite sehr häufig Gefässe angetroffen wurden, die in radialer und tangentialer Richtung Durchmesser von 0,048 *mm* besassen. Es kann somit keinem Zweifel unterliegen, dass mit dem Alter auch die Durchschnittsfläche der Gefässe bedeutend zunimmt. Eine solche Zunahme ist denkbar durch Wachstum oder Dehnung der Wand. Eine Dehnung in horizontaler Richtung ist möglich durch den Zug, den die benachbarten Zellen beim Wachstum ausüben. Da aber die Verdickungsleisten bereits angelegt sind, so muss man zur weiteren Annahme schreiten, dass entweder die Leisten ebenfalls gleich stark gedehnt werden oder zerreissen. Die erste Annahme ist unwahrscheinlich[1]), die zweite steht mit den Tatsachen im Widerspruch. Es bleibt jetzt noch die zweite Möglichkeit übrig, nach welcher die Vergrösserung der Querschnittsfläche auf Wachstum der Gefässwand beruht. Die genauere Untersuchung der Schrauben- und Ringgefässe des ersten Internodiums liess nun aber auch bei Anwendung der plasmolytischen Methode kein Plasma mehr im Innern erkennen, so dass wir annehmen müssen, dass die Wand der Gefässe auch dann noch wachstumsfähig bleibt, wenn der lebende Inhalt verschwunden ist. Dieses Resultat kann übrigens nicht so sehr überraschen. FITTING[2]) zeigte, dass bei den Makrosporen von *Selaginella* ein Flächen- und Dickenwachstum der ganzen Membran stattfindet, trotzdem das Plasma nur eine kleine Partie der Membran berührt. Ferner ist schon seit NÄGELI bekannt, dass das Membranwachstum auch in äusseren Schichten stattfinden kann, die nicht direkt an das Plasma grenzen. Wenn aber in einer lebenden Zelle das Wachstum in der äussersten Schicht der Membran noch möglich ist, so vermögen wir mit PFEFFER[3]) nicht einzusehen, warum es in der anstossenden Wandung einer toten Zelle plötzlich unmöglich werden sollte.

Bei dieser Gelegenheit scheint es mir geboten, auch auf die nachträgliche Längenzunahme der Schraubengefässe nach Ausbildung der Verdickungsleisten mit einigen Worten einzutreten. Die Zahl

---

1) Die Dehnbarkeit der Holzfaser bis zum Zerreissen beträgt nach SCHELLENBERG (Jahrb. f. wiss. Bot. 1896, S. 244) etwa 1 pCt. Gegenüber Eisen (etwa 1 pro Mille) ist diese Dehnbarkeit allerdings gross, gegenüber der faktisch vorkommenden Verlängerung verholzter Leisten (man vergleiche die nachträgliche Durchmesserzunahme der Gefässe, die 100 pCt. erreicht) ist diese Dehnbarkeit unbedeutend.

2) FITTING, Bot. Ztg. 1900, S. 107.

3) PFEFFER, Pflanzenphysiologie II, S. 39.

der Schraubenwindungen der Verdickungsleisten kann bei der Verlängerung des Gefässes entweder konstant bleiben oder kleiner werden. Bleibt sie konstant und sind die Verdickungsleisten weder stark dehnbar noch wachstumsfähig, so muss der Durchmesser des Schraubenzylinders kleiner werden, die Verdickungsleisten müssen sich von der Wand loslösen. Wird die Zahl der Schraubenwindungen geringer und sind die Verdickungsleisten weder stark dehnbar noch wachstumsfähig, so kann zwar der Durchmesser des Schraubenzylinders derselbe bleiben, er kann sogar zunehmen, aber das ganze Gefäss muss eine Torsion um die Längsachse erleiden, wobei die angrenzenden Zellen deformiert werden.

Eine starke Dehnung der Verdickungsleisten ist aber schon aus den früher angeführten Gründen äusserst unwahrscheinlich. Ferner hat die Kraft, die zu einer starken Dehnung dickerer Membranen nötig ist, bekanntlich eine bedeutende Grösse, während das Losreissen der Verdickungsleisten von der Wand — aus der häufigen Lostrennung bei der Anfertigung von Längsschnitten zu schliessen — leicht vor sich zu gehen scheint. Es ist somit eher ein Losreissen der Leisten als eine starke Dehnung anzunehmen. Eine starke Dehnung der Schraubenleisten müsste sich auch an Längsschnitten in einem starken Kontraktionsbestreben dieser Leisten bemerkbar machen.

Am wahrscheinlichsten halte ich auch hier die Annahme, dass auch die verholzten Verdickungsleisten wachstumsfähig sind. Zu demselben Schluss führte das Studium der nachträglichen Durchmesserzunahme der Gefässe.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchungen lassen sich folgendermassen zusammenfassen.

1. Das primäre Dickenwachstum des Markzylinders hat mit der Ausbildung eines geschlossenen Holzkörpers kein Ende erreicht. Der geschlossene Holzzylinder stellt also absolut nicht etwa einen starren Gewebemantel dar.
2. Verholzte Zellen sind fähig, sich zu teilen und ihre Membranen können in die Fläche und Dicke wachsen.
3. Auch die Gefässe können ihren Durchmesser noch vergrössern, nachdem der lebende Inhalt verschwunden ist. Dieser Vorgang beruht höchstwahrscheinlich auf einem Wachstum der Gefässwand.

Freiburg (Schweiz), Botanisches Institut.

# 75. A. Ursprung: Beitrag zur Erklärung des exzentrischen Dickenwachstums an Krautpflanzen.

Eingegangen am 12. November 1906.

Über das exzentrische Dickenwachstum an Krautpflanzen ist noch verhältnismässig wenig bekannt. Kürzlich erschien nun eine Arbeit von BÜCHER[1]), in welcher die Resultate einer grossen Zahl interessanter Versuche über die künstliche Erzeugung exzentrischen Dickenwachstums an krautigen Stengeln niedergelegt sind. Diese Arbeit liefert einmal eine schöne Vermehrung des Tatsachenmaterials, sie zeigt ferner auch, dass eine kausal-mechanische Erklärung zurzeit nicht möglich ist. Die BÜCHER'schen Resultate lassen sich aber auch nach einer Seite hin verwerten, die in der erwähnten Arbeit unberücksichtigt blieb. Eine Frage, die sich ebenso stark aufdrängt als die nach den bewirkenden Ursachen der von BÜCHER konstatierten anatomischen Veränderungen, ist die nach der physiologischen Bedeutung derselben. Im Folgenden werde ich versuchen zu zeigen, inwieweit der veränderte Bau aus der veränderten Funktion zu verstehen ist.

Wir fassen an erster Stelle jene Erscheinungen ins Auge, die BÜCHER als Geotrophismus[2]) bezeichnet. Es wird hierunter der Reaktionserfolg verstanden, „der bei horizontaler Zwangslage in solchen orthotropen, krautigen Organen auftritt, deren mechanische Gewebe noch nicht die definitive Ausbildung erreicht haben; das Wesen des Geotrophismus besteht darin, dass im Vergleich zum gleichalterigen Normalspross die Kollenchym-, Bast- und Holzzellen der Oberseite stärkere Membranverdickungen und meist geringere Zellweite, diejenigen der Unterseite dagegen geringere Membranverdickungen und relativ grössere Zellweite erhalten." Die Versuchsanstellung war so getroffen, dass die Sprosse horizontal gelegt und durch eine in gleicher Richtung wirkende Zugkraft an der geotropischen Aufwärtskrümmung verhindert wurden.

Bei dem in horizontaler Zwangslage gehaltenen Hypokotyl von *Ricinus communis* trat in der geotropisch reaktionsfähigen Zone starkes exzentrisches Dickenwachstum auf der Unterseite ein, wodurch der

1) H. BÜCHER, Anatomische Veränderungen bei gewaltsamer Krümmung und geotropischer Induktion. Jahrb. für wissenschaftliche Botanik, 1906, Bd. 43, S. 271.

2) In bezug auf die Verwendung des Ausdruckes Trophismus kann ich nur das wiederholen, was ich anderswo gesagt habe. Die Erklärungsversuche des exzentrischen Dickenwachstums, S. 271. Biolog Centralbl. Bd. 26, 1906.

ursprünglich runde Querschnitt elliptische Gestalt erhielt. Auf der Oberseite waren die mechanischen Zellen eng bei dicker Wand, auf der Unterseite besassen diese Zellen umgekehrt weites Lumen und dünne Membranen. Ähnliche Resultate wurden mit einer grossen Zahl anderer Pflanzen erhalten.

Der horizontal gehaltene Spross hat natürlich das Bestreben sich in der reaktionsfähigen Zone negativ geotropisch aufzurichten. Damit dies möglich ist, muss der Spross auf der Unterseite stärker in die Länge wachsen als auf der Oberseite. Da die Oberseite mit der Unterseite in organischem Zusammenhange steht, so wird sie hierbei notwendig eine Zugspannung erleiden. Um die geotropische Aufkrümmung zu ermöglichen, wird diese Zugkraft um so stärker sein müssen, je stärker die Kraft ist, die den Stengel in der Zwangslage zu halten sucht. Die starke Ausbildung der mechanischen Elemente auf der Zugseite macht es der Pflanze möglich, gegen diese Zugspannung den nötigen Widerstand zu leisten und findet hierin ihre Erklärung. Um den in Zwangslage befindlichen Spross aufrichten zu können, muss nicht nur die Oberseite eine bedeutende Zugfestigkeit besitzen; es ist vor allem auch nötig, dass auf der Unterseite eine starke aktive Druckspannung durch Längenwachstum erzeugt wird. Es ist ferner notwendig, dass dieselbe Unterseite druckfest gebaut ist, da sie sonst infolge des Längsdruckes einknicken würde. Der durch Wachstum erzeugte Gesamtlängsdruck eines Organes ist nun — bei Konstanterhaltung des Druckes pro Flächeneinheit — um so grösser, je grösser die Querschnittsfläche dieses Organes ist. Um dies deutlicher zu machen, können wir die wachsende Zelle mit einer Winde vergleichen. Wie durch die doppelte Zahl Winden caeteris paribus die doppelte Last gehoben werden kann, so wird auch durch die doppelte Zahl Zellen caeteris paribus ein doppelt so starker Längsdruck entstehen; hierbei vergrössert sich auch der Querschnitt des Organes um das Doppelte. In gleichem Sinne wie eine Vergrösserung der Zahl der Zellen, wirkt caeteris paribus auch eine Vergrösserung der Querschnittsfläche der Zellen. Durch die Vergrösserung des Querschnittes des Stengels auf der Druckseite wird also die Herstellung einer stärkeren Druckspannung ermöglicht und damit der ersten Forderung entsprochen. Zugleich wird aber auch der zweiten Forderung Genüge geleistet, indem eben durch die Vergrösserung des Querschnittes selbstverständlich auch eine druckfeste Konstruktion hergestetlt wird.

Es ist nun ohne weiteres klar, dass eine Steigerung der Druckkraft und der Druckfestigkeit auch auf andere Weise als durch Vergrösserung des Organquerschnittes erreicht werden kann; so liesse sich dies z. B. ermöglichen durch Verstärkung des Turgors und durch die Ausbildung von Kollenchym. Die Vergrösserung des Quer-

schnittes scheint mir aber bei gleichem Materialverbrauch das bessere Mittel zu sein, weil durch die Querschnittsvergrösserung Druckkraft und Druckfestigkeit gesteigert und somit gleichzeitig beiden Bedürfnissen genügt wird, während sowohl Turgorerhöhung wie Wandverdickung jeweils nur ein Bedürfnis befriedigt.

Bei der zwangsweisen Verhinderung der heliotropischen Krümmung zeigten sich ähnliche Erscheinungen wie bei der Verhinderung der geotropischen Krümmung. Auf der Lichtseite waren die Wände der mechanischen Elemente stärker verdickt. Die Erklärung ist dieselbe wie im vorigen Fall.

Wurde ein wachstumsfähiger vertikaler Spross rechtwinklig gebogen und durch eine Zugkraft in dieser Stellung gehalten, so zeigten sich in der Krümmungszone die folgenden Veränderungen. Die mechanischen Zellen wurden auf der konvexen Seite bedeutend übernormal ausgebildet, während auf der konkaven Seite die Wandverdickungen zurückblieben, die Zellweiten aber zunahmen. Dieses Verhalten erklärt sich in ähnlicher Weise wie in den früher besprochenen Fällen. Durch die künstliche Krümmung wird auf der konvexen Seite eine Zug-, auf der konkaven eine Druckspannung erzeugt Durch das exzentrische Dickenwachstum wird die konvexe Seite zugfest, die konkave druckfest gemacht und somit eine zweckmässige Veränderung hervorgerufen. Der gebogene Spross hat aber zudem noch das Bestreben sich in die normale Lage zurückzukrümmen; wir haben also in der Krümmungszone dasselbe exzentrische Dickenwachstum zu erwarten wie bei der horizontalen Zwangslage, und dies trifft auch tatsächlich zu. Es zeigte sich ferner, dass in der Krümmungszone die anatomischen Differenzen zwischen konvexer und konkaver Seite meist grösser sind als in den Teilen der Objekte, in denen nur Geoperzeption stattfindet, oder in denen nur die gewaltsame Krümmung[1]) wirkt. Die Zweckmässigkeit dieses Verhaltens leuchtet ein, indem eben die Steigerung der mechanischen Beanspruchung verbunden ist mit einer Steigerung der Einrichtungen zu ihrer Überwindung.[2])

Was die kausal-mechanische Erklärung der durch Krümmung erzeugten Wachstumsveränderungen betrifft, so ist es interessant, dass BÜCHER ohne meine vor sechs Jahren erschienene Arbeit zu kennen, zu denselben Schlussfolgerungen kam. — Da — nach Untersuchungen von BALL,[3]) die zum Teil mit denselben Spezies ausgeführt waren — eine Zugkraft allein keinen Einfluss auf die Wand-

1) Die diesbezüglichen Versuche wurden an Klinostaten ausgeführt.

2) Aus dem bisher Mitgeteilten ergibt sich auch von selbst die Erklärung für das Verhalten der *Ricinus*-Sprosse, auf die ein Längsdruck ausgeübt wurde.

3) BALL, Der Einfluss von Zug auf die Ausbildung von Festigungsgewebe. Jahrbuch für wiss. Bot. Bd. 39, 1904, S. 305.

verdickungen der mechanischen Elemente ausübt, so ist es nicht möglich, die Veränderungen der Zug- und Druckseite einfach auf Längszug bezw. Längsdruck zurückzuführen. „Wir müssen daher annehmen,“ schreibt BÜCHER, „dass beim Zustandekommen kamptotrophischer Reaktionen[1]) beide Spannungen (Zug- sowohl wie Druckspannung) beteiligt sind, in welcher Weise wissen wir nicht.“

Beim exzentrischen Dickenwachstum von Stämmen und Ästen schrieb man von jeher dem Längsdruck eine grosse Rolle zu. Dass er zur Erklärung nicht ausreicht, habe ich kürzlich bei Besprechung der verschiedenen Erklärungsversuche auseinandergesetzt.[2]) Bereits vor sechs Jahren war ich zum Schluss gekommen[3]), dass nicht speziell der Druck oder Zug es ist, welcher stärkeres oder schwächeres Dickenwachstum veranlasst, sondern die mechanische Beanspruchung im allgemeinen, d. h. eben die Biegung, die Vereinigung von Druck und Zug. Ein tieferer Einblick in den Zusammenhang zwischen den bewirkenden Ursachen und dem resultierenden exzentrischen Wachstum fehlt allerdings heute noch ebenso wie vor sechs Jahren, dagegen sehen wir jetzt deutlicher als damals ein, welche physiologische Bedeutung das exzentrische Dickenwachstum hat.

Freiburg (Schweiz), Botanisches Institut.

---

## 76. F. E. Weiss: Die Blütenbiologie von Mercurialis.

Mit zwei Figuren im Text.

Eingegangen am 12. November 1906.

Im Anfange dieses Jahres besprach MOEBIUS[4]) in diesen Berichten die uns als nutzlos erscheinenden Eigenschaften der Pflanzen und erwähnte in seiner Abhandlung die Bemerkung HILDEBRAND's[5]), dass der Duft der Blüten in einigen Fällen ganz nutzlos zu sein scheint. Als Beispiel hat HILDEBRAND *Mercurialis annua* angeführt, „einen Windblütler, welcher nie von Insekten besucht wird.“

---

1) D. h. bei Reaktionen, die durch eine gewaltsame Krümmung wachstumsfähiger Krautsprosse in der Krümmungszone hervorgerufen werden.

2) URSPRUNG, Die Erklärungsversuche des exzentrischen Dickenwachstums. Biolog. Centralblatt, Bd. 26 (1906), S. 257.

3) URSPRUNG, Beiträge zur Anatomie und Jahresringbildung tropischer Holzarten. Dissert. Basel 1900, S. 80.

4) Diese Berichte Bd. XXIV 1906, S. 5.

5) Über Ähnlichkeiten im Pflanzenreiche. Leipzig 1902, S. 65.

Nun lässt sich aber die Frage stellen: Ist *Mercurialis* wirklich ein Windblütler? Allerdings haben die kleinen grünlichen Blüten ganz den Anschein, als würden sie durch den Wind bestäubt, und *Mercurialis* wird demnach gewöhnlich als Windblütler bezeichnet, so z. B. in KNUTH's Blütenbiologie[1]). Trotzdem führt KNUTH an, dass ein Insektenbesuch der Blüten von *Mercurialis annua* beobachtet worden ist, und auch die Blüten von *M. perennis* und *M. ovata* werden bisweilen von Insekten besucht. Allerdings sind solche vereinzelten Beobachtungen nicht ausreichend, um *Mercurialis* als Insektenblütler anzusprechen, dazu müsste Anpassung der Blüte an Insektenbesuche vorhanden sein. In seiner Beschreibung der Blüten von *Mercurialis* in ENGLER's Pflanzenfamilien[2]) erwähnt PAX die linealisch-

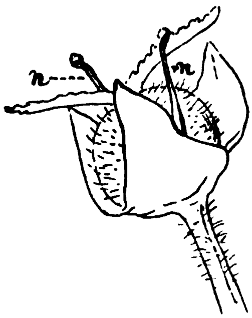



Fig. 1.

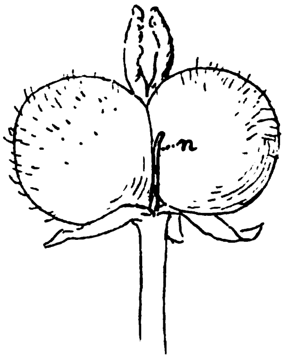



Fig. 2.

Figur 1. Blüte vor der Bestäubung. Die staminodienähnlichen Nektarien (Diskusschuppen) reichen bis zur Höhe der Narbe und sondern reichlich Honig ab.
Figur 2. Die Nektarien an einer befruchteten Blüte.

pfriemlichen Diskusschuppen, welche auch in den meisten Lehrbüchern der systematischen Botanik beschrieben sind, die aber nicht genügend berücksichtigt worden sind. Da sie nicht immer auf den Abbildungen von *Mercurialis* zu sehen sind[3]), so füge ich zwei Zeichnungen bei, auf welchen sie mit dem Buchstaben *(n)* bezeichnet sind.

Wie aus den obenanstehenden Figuren ersichtlich ist, stehen diese sogenannten Diskusschuppen mit den Karpiden alternierend, und in derselben Stellung findet man bei der nahe verwandten *Adenocline* in den weiblichen Blüten recht deutliche Nektarien, die als Diskus-, drüsen beschrieben werden. Ob die staminodienähnlichen Gebilde in

1) KNUTH, Blütenbiologie Bd II, Th. 2, S. 379.
2) ENGLER und PRANTL: Pflanzenfamilien III. Teil, 5. Abt., S. 49.
3) Für Abbildungen dieser Diskusschuppen siehe BAILLON: Dictionnaire des Plantes, and SOWERBY, English Botany, Bd. VIII, Tafeln 1268 und 1270.

*Mercurialis* mit den Diskusdrüsen von *Adenocline* morphologisch identisch sind, mag dahingestellt sein. In *Mercurialis* dürften diese Fäden umgebildete Stamina sein, da SAUNDERS[1]) abnorme Blüten von *Mercurialis perennis* beschrieben hat, in welchen diese Diskusschuppen Antheren trugen und dementsprechend von ihm als Staminodien bezeichnet werden. Eine mikroskopische Untersuchung dieser Staminodien lehrt, dass das freie Ende etwas drüsiger Natur und mit Wasserspalten versehen ist. Es lag also auf der Hand, dass sie Honig absondern könnten und soweit den Diskusdrüsen von *Adenocline* biologisch wenigstens gleichstehen würden.

Ich sammelte deshalb im Frühjahr eine Anzahl weiblicher Pflanzen von *Mercurialis perennis* und stellte sie zur Beobachtung ins Gewächshaus. Am nächsten Morgen war am Ende eines jeden Fädchens ein Flüssigkeitströpfchen wie dies in Fig. 1 abgebildet ist und auch an Pflanzen, die im Laboratorium unter einer Glasglocke standen, waren solche zu sehen. Nun war zunächst zu untersuchen, ob diese abgesonderten Tröpfchen auch Zucker enthielten, und diese Untersuchung übernahm freundlicher Weise Herr Professor K. FUJII, der zur Zeit in meinem Laboratorium arbeitete. Er wandte dafür eine eigens erdachte Methode[2]) an, die darin besteht, die kleinen Flüssigkeitströpfchen in eine Glaskapillare aufzusaugen und im geschlossenen Röhrchen mit essigsauerem Phenylhydrazin zu erhitzen. Beim Kühlwerden schieden sich dann auch die charakteristischen Krystalle von Glucosazon aus, ein sicheres Zeichen, dass die Tröpfchen Zucker enthielten.

Es fragt sich nun, ob diese kleinen unscheinbaren Blüten auch imstande sind, Insekten zum Besuche anzulocken. Es wurde oben darauf hingewiesen, dass KNUTH mehrere Insektenbesucher anführt, und ich war selbst in der Lage, eine Fliege zu beobachten, die sich zufälligerweise im Gewächshaus befand und gierig an den Pflanzen herumsuchte. So oft ich sie verscheuchte, kehrte sie wieder zum Bingelkraute zurück, und ohne Zweifel muss ein zarter von der Fliege vernehmbarer Geruch sie wiederholt zu den honigabsondernden Blüten gelockt haben. Der Duft, den HILDEBRAND nutzlos nennt, hat also wahrscheinlich einen Zweck ebenso, wie der anderer Insektenblütler.

Um das Benehmen der Fliege auf männlichen Blüten zu beobachten, brachte ich einen Strauss männlicher Pflanzen ins Gewächs-

1) SAUNDERS, JAMES: Monoecious and hermaphrodite *Mercurialis perennis*. Journal of Bot., Vol. XXI, 1883, p. 181. — Ref. Bot. Centralblatt XVI, 1883, S. 259.

2) K. FUJII, „Kleinere Beiträge zur Mikrotechnik: Anwendung der Glaskapillare zur mikrochemischen Analyse.“ Compte rendu des séances du 6. Congrès intern. de Zool. (Berne 1904). Geneve 1905, p. 531.

haus und setzte einige Fliegen darauf. Dem Anscheine nach waren die Blüten ohne Nektarien und wurden auch bald von den Fliegen verlassen, aber erst, nachdem sie gehörig mit Blütenstaub bedeckt waren. Denn als sie sich durch die steifen Staubfäden umherbewegten, schnellten dieselben, nachdem sie herabgedrückt waren, rasch empor, und bei jedem scharfen Emporspringen wurden zahlreiche Pollenkörner auf das Insekt geschleudert. Diese Körner von ansehnlicher Grösse haften auch leicht am Insektenkörper fest, denn wie KNUTH angibt, sind sie dichtwarzig, wie es bei Insektenblütlern gewöhnlich der Fall ist. Die männliche Blüte scheint also auch dem Insektenbesuche angepasst zu sein, wenn auch ein Nektarium zu fehlen scheint.

Man dürfte also gewiss *Mercurialis* der Blüthenmorphologie nach unter die Insektenblütler stellen und zwar in die Kategorie der Blumen mit freiliegendem Honig. Freilich ist die Bestäubung durch den Wind nicht ausgeschlossen; denn wie schon KERNER[1]) angibt, sind die Blüten mancher Rhinanthaceen und Ericaceen zuerst entomophil, später aber anemophil. Dasselbe Verhalten findet HILDEBRAND[2]) auch bei einigen *Cyclamen*-Arten. Da die weiblichen Blüten von *Mercurialis* anfangs unter den Laubblättern ziemlich versteckt liegen, und früh empfängnisfähig sind, so mag wohl auch hier die Bestäubung durch Insekten sich in früheren Stadien des Blühens vollziehen als Bestäubung durch den Wind, falls letztere überhaupt noch zutreffen sollte. Die Vorgänger von *Mercurialis* werden wohl Windblütler gewesen sein, und vielleicht ist durch die Entstehung zweihäusiger Pflanzen *Mercurialis* auf Insektenbesuch angewiesen worden, ähnlich wie das für die Weiden der Fall ist, die gewiss auch von Windblütlern abstammen. Ein Vergleich mit den Blüten von *Castanea* wäre vielleicht mehr zutreffend, denn die Blüten dieses Baumes, obwohl von Insekten besucht und bestäubt[3]), sind ihrer Struktur nach nicht ausgeprägt entomophil.

Ob der Insektenbesuch für die Bestäubung von *Mercurialis* ein genügender ist, muss durch weitere Beobachtung festgestellt werden. Da bis jetzt das Bingelkraut als windblütig betrachtet worden ist, hat man wohl noch nicht genügend auf Insektenbesuch acht gegeben. Auch ist bei früh blühenden Pflanzen die Witterung nicht immer für den Flug der Insekten günstig. So werden Beobachtungen über Insektenbesuch bei *Mercurialis* mit der Zeit zunehmen. Mein Freund, Herr MACDONALD, hat in der Nähe von Stockport verschiedene Schnaken (*Culex* usw.) auf den Blüten von *Mercurialis* beobachtet.

---

1) KERNER, A., Das Pflanzenleben Bd. II. S. 128.
2) HILDEBRAND, F., diese Berichte, Bd. XV, S. 292.
3) Siehe KNUTH, Blütenbiologie, Bd. II, S. 388.

Wohl ist es möglich, dass in manchen Species wie zum Beispiel bei *Mercurialis annua* der Insektenbesuch nicht ausreichend ist und diese Pflanze daher zur Parthenogenese neigt, wie es bei ihr der Fall sein soll. Wäre diese Pflanze Windblütler, so sollte doch wohl Kreuzbefruchtung hinreichend oft stattfinden. Jedenfalls scheint es mir durchaus nicht bewiesen, dass *Mercurialis* ein Windblütler ist und höchst gewagt, den Blütenduft als nutzlos zu bezeichnen. Vielmehr deuten die honigabsondernden Fäden der weiblichen Blüten auf ausgeprägte Entomophilie und die grobwarzigen Pollenkörner der männlichen Blüten ebenso auf Insektenblütigkeit. Ist dies wirklich der Fall, dann wäre der Duft der Blüten eine zweckmässige und nicht eine nutzlose Eigenschaft der Pflanze.

Universität, Manchester, England.

---

## 77. H. C. Schellenberg: Über Sclerotinia Coryli.

Mit Taf. XXI.

Eingegangen am 23. November 1906.

Auf unseren Haselnusssträuchern sind neben den gesunden Nüsschen erkrankte eine häufige Erscheinung. Die vorläufige Untersuchung dieser erkrankten Früchte führte mich zu der Vermutung, dass diese Erscheinung durch einen Vertreter der Pilzgattung *Scletinia* hervorgerufen werde. In der Absicht, auf dem Boden unter den Haselsträuchern den gesuchten Pilz auf den abgefallenen kranken Früchten zu finden, suchte ich mit meinem Freunde Dr. O. SEMADINI in Poschiavo im Frühjahr nach dem Apothecium der *Sclerotinia*. Statt des gesuchten Pilzes fand ich am Boden das Apothecium eines Discomyceten, der mit dem Stiel mit den Resten der abgestorbenen *Corylus*-Kätzchen in Verbindung stand. Die Untersuchung zeigte dann, dass das Apothecium einem Sklerotium entspringt, das in der Achse des männlichen Kätzchens von *Corylus* gebildet wurde.

Dieser Fall ist besonders interessant, weil, soweit mir bekannt, bei keinem anderen Vertreter der Gattung *Sclerotinia* die männlichen Kätzchen zerstört werden. Bei allen früchtezerstörenden Formen dieser Gattung wird nur die Frucht zerstört, während die männlichen Geschlechtsorgane nicht besonders angegriffen werden, selbst wenn bei der Wirtspflanze männliche und weibliche Blüten getrennt sind. Auch bei den stengelzerstörenden Vertretern dieser Gattung werden die

Sklerotien in der Rinde oder im Mark der Stengel gebildet, oder es werden die jungen Zweige zerstört.

Auf *Corylus Avellana* ist zurzeit noch kein Vertreter der Sklerotinien gefunden worden. Unter der nahe verwandten Gattung wäre die *Ciboria bolaris* Batsch zu zitieren, die auf *Corylus* vorkommt und auf toten Zweigen gefunden worden ist. Unser Pilz unterscheidet sich von dieser Form nicht allein durch Bildung der Sklerotien, sondern auch in Form und Grösse der Ascosporen.

Als Nebenfruchtformen der Sklerotinien sind *Monilia*- und *Botrytis*-Formen bekannt, doch ist nach SACCARDO, Sylloge fungorum, bis heute keine von beiden Formen auf *Corylus* vertreten. In dem aufgefundenen Pilz scheint demnach ein Vertreter der Gattung *Sclerotinia* vorzuliegen, der weder in seiner Ascusfrucht, noch in seinen Nebenfruchtformen näher bekannt ist.

Auf den erkrankten *Corylus*-Kätzchen stehen die Apothecien zu 1 bis 2, selten in mehr Exemplaren aus dem gleichen Sklerotium hervortretend (Fig. 1). Die Becherchen sind aussen hellbraun, auf der Innenseite noch etwas heller gefärbt. Sie breiten sich glockenförmig aus, erreichen dabei einen Durchmesser von 10—12 *mm* und sind von wachsartiger Struktur. Der Rand wird bei der Reife des Apotheciums zurückgeschlagen, es bilden sich einige wenige radiale Risse bevor der Fruchtkörper eintrocknet oder sich zersetzt (Fig. 1*b*). Das Becherchen ist meist langgestielt. Die Stiele erreichen bis 5 *cm* Länge bei einer Dicke von 2 *mm* im Mittel. Besondere Haare befinden sich weder am Stiel noch an dem Becherchen.

Auf dem Längschnitt zeigt das Apothecium die typische Struktur der Gattung *Sclerotinia*. Unter der Ascusschicht befindet sich ein gleichförmiges Hyphengewebe bis zur Haut, die aus dichter gewobenen Hyphen besteht und pseudoparenchymatischen Charakter annimmt.

Die Ascusschicht besteht aus Asci und Paraphysen und misst 150—160 $\mu$. Die Paraphysen sind einfach fädig, selten verzweigt, mit wenigen Querwänden versehen, 3—4 $\mu$ breit, 140—160 $\mu$ lang, manchmal am oberen Ende leicht angeschwollen (Fig. 5). Die Asci sind gleich lang wie die Paraphysen, 140—160 $\mu$, Mittel 150 $\mu$, schlauchförmig, 10—12 $\mu$ dick, oben mit einem feinen Porus versehen (Fig. 4). In ihnen sind die Ascosporen schräg, einreihig angeordnet. Die ausgeschleuderten Ascosporen häuten sich, indem die äussere Haut abgestreift wird (Fig. 6). Die Spore selbst ist farblos, 15—16 $\mu$ lang und 8 $\mu$ breit, oval bis eiförmig, an den beiden Enden zugespitzt. Bei der Keimung in verdünnter Konfitüre bilden die Sporen einen kräftigen, 4—6 $\mu$ dicken Keimschlauch, der meistens seitlich an der Spore hervortritt (Fig. 7), seltener am spitzen Teil der Spore hervorbricht. In der Kultur zeigten die Fäden mannigfache Kopulationserscheinungen, doch war es mir nicht möglich sie bis zur Chlamydo-

sporenbildung zu bringen. In reinem Wasser schreiten die Ascosporen sehr leicht zur Conidien- oder Sporidienbildung, wobei an einer Spore bis vier oder sechs solcher Conidien entstehen (Fig. 9). Auch an den Keimschläuchen der Ascosporen tritt die Conidienbildung leicht ein, wenn sie in Wasser zurückversetzt werden (Fig. 10).

Alle diese Verhältnisse der Sporenkeimung stimmen mit den Befunden bei den früchtezerstörenden Sklerotinien überein, wie sie durch WORONIN[1]) zuerst für die Sklerotinien der Heidelbeeren in so vorzüglicher Weise bekannt geworden sind. Einzig die Grössenverhältnisse sind andere, die Erscheinungen der Sporenausstreuung, Sporenkeimung stimmen bis in die Details überein. Wenn heute die dazu gehörende Chlamydosporenfruktifikation noch nicht bekannt ist, so ist man wohl berechtigt anzunehmen, dass als Nebenfruchtform zu diesem Pilz eine *Monilia* gehört, wie ja auch die früchtezerstörenden Sklerotinien Monilien als Nebenfruchtformen besitzen.

Dieses Urteil wird nur noch bestärkt durch die Untersuchung des Sklerotiums. Wie bereits erwähnt, wird dieses in der Achse des männlichen Kätzchens gebildet. Die Stelle, wo das Sklerotium sich befindet, ist etwas angeschwollen, 2—3 *mm* dick, während die intakte Kätzchenachse nur 1,5—2 *mm* Durchmesser besitzt (Fig. 1 *a*). Das Kätzchen ist an der erkrankten Stelle etwas verbogen, so dass die Kätzchenschuppen auf der einen Seite spreizen, während die intakten Teile des Kätzchens gleichmässig geschlossene Kätzchenschuppen aufweisen.

Die erkrankten und abgefallenen *Corylus*-Kätzchen sind alle noch im Winterstadium; die Pollensäcke sind noch gefüllt, die Kätzchenschuppen sind geschlossen, die Achse selbst hat sich noch nicht gestreckt. Daraus schliesse ich, dass der Pilz das Kätzchen lange vor der Periode des Stäubens ergriffen hat. Ich vermute nach diesen Verhältnissen, dass die Kätzchen zur Zeit ihrer Bildung im Herbst von dem Pilz befallen werden, und dass bereits vor Eintritt der Winterruhe das Sklerotium in der Kätzchenachse fertig gebildet wird. Die erkrankten Kätzchen trocknen ein, sie werden während des Winters, und zum Teil im Frühjahr von den Sträuchern geweht und bleiben bis zum nächsten Frühjahr, wenn nicht noch länger, am Boden liegen, um dann erst zur Bildung der Apothecien zu schreiten.

An dem Fundort des Pilzes in Poschiavo waren die Kätzchen denn auch unter dem Laub des vorhergegangenen Herbstes anzutreffen, während gleichzeitig am 2. April noch vereinzelte erkrankte Kätzchen an den Sträuchern zu finden waren. Daraus folgt, dass die erkrankten Kätzchen schon vor dem herbstlichen Laubfall am

1) M. WORONIN: Die Sklerotienkrankheit der *Vaccinium*-Beeren. Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg. Série 7. T. XXXVI. 1888.

Boden gelegen waren, somit mindestens von einem Frühjahr bis zum nächstfolgenden am Boden gelegen sind, bevor sie auskeimten.

Um die Verhältnisse der Sklerotienbildung zu verstehen, hat man sich zu erinnern, dass die Kätzchenachse nicht allein das Tragorgan der Schuppen ist, sondern auch als Reservestoffbehälter fungiert, indem bei der Blüte, wenn die Kätzchenachse sich streckt, die aufgespeicherten Stoffe wieder verbraucht werden. Es war mir[1]) denn auch möglich, zu zeigen, dass die Hemicellulose, die sich in den Zellwänden des Markes und des Grundparenchyms der Rinde vorfindet, wieder aufgelöst wird. Ausser der Hemicellulose befinden sich aber noch Zucker und kleine Stärkemengen in diesen Geweben.

Der Pilz bildet sein Sklerotium in dem Grundparenchym der Rinde hauptsächlich aus. Dort werden die Ansammlungen der verdickten Pilzfäden so stark, dass die äusseren Gewebe völlig abgehoben werden. Einzelne Fäden dringen aber bis zur Epidermis vor, indem sie zahlreiche Inseln von abgestorbenen Zellen einschliessen (Fig. 3*a*). Desgleichen dringen die Pilzfäden gegen das Zentrum der Kätzchenachse vor. Sie durchbrechen den schwach ausgebildeten Holzring, besonders in den zarten Markstrahlen und bilden im Mark auch wieder ein dichtes Sklerotium, das nur wenig Inseln abgestorbenen Gewebes einschliesst (Fig. 3*c*). Auf dem Querschnitt durch die sklerifizierte Kätzchenachse finden wir deshalb folgende Schichten: Zu äusserst die Epidermis intakt, nirgends von heraustretenden Pilzgeweben durchbrochen (Fig. 3*a*); daran anschliessend mehr oder weniger zahlreiche abgestorbene Zellen, umschlossen von Pilzfäden, dann die eigentlich sklerotiale Schicht ringförmig ausgebreitet um die Kätzchenachse und ohne Inseln von abgestorbenem Gewebe (Fig. 3*b*). Gegen den zarten Holzkörper wieder eine Schicht von abgestorbenen Teilen, die dicht von Hyphen durchsetzt ist, dann der Holzring mit zahlreichen Durchbrechungen von Hyphen und endlich das Mark, wieder aus zahlreichen Hyphen bestehend, das nur wenige Inseln abgestorbener Zellen zeigt (Fig. 3*a*).

Alle Hyphen zeigen die den Sklerotien eigenartige Verdickung ihrer Wand. Nirgends ist auf dem Sklerotium die Spur eines früheren Chlamydosporenlagers nachzuweisen, wie z. B. von P. MAGNUS[2]) bei der *Sclerotinia Crataegi* P. Magn. beschrieben wurde, oder wie es regelmässig bei der *Sclerotinia fructigena* gebildet wird. Es geht in der Kätzchenachse der Sklerotienbildung somit keine Chlamydosporenbildung in diesem Organ voraus.

---

1) H. C. SCHELLENBERG: Über Hemicellulosen als Reservestoffe bei unsern Waldbäumen. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1905, S. 41.

2) P. MAGNUS: Über *Sclerotinia Crataegi* P. Magn. Ber. der deutschen bot. Ges. 1905, S. 200.

Besonders interessant ist noch das Verhalten der Membranen der Wirtspflanze innerhalb des Sklerotiums. Während an der gleichen Kätzchenachse, wo sie nicht von diesem Pilz ergriffen ist, in den Membranen der Reichtum an Hemicellulosen durch Auskochen in verdünnter Salzsäure leicht nachzuweisen ist, bemerkt man, dass in der Gewebepartie, die vom Pilz ergriffen wurde, diese Hemicellulose herausgelöst wurde. Durch zahlreiche Untersuchungen, besonders zuerst von DE BARY[1]), weiss man, dass die Sklerotinien die Mittellamellen der ergriffenen Gewebe zuerst lösen. Auch hier sind im Grundparenchym der Rinde die Zellen durch Lösung der Mittellamellen voneinander getrennt worden, desgleichen auch im Markparenchym, und die Pilzfäden dringen zwischen den einzelnen Zellen hindurch. Dann aber bemerkt man weiter, dass in diesen Membranresten die Membran der Wirtspflanze bedeutend dünner geworden ist, manchmal ist sie ganz verschwunden, und die Substanz der Membran zeigt ein anderes Verhalten zu den Jodreagentien. Während sie im intakten Zustand mit Chlorzinkjod eine schwach ziegelrote Farbe annimmt, zeigen die Membranreste im Sklerotium nichts mehr von dieser Reaktion, sondern werden mit Jod gelblich.

Der Holzring der Kätzchenachse zeigt im Sklerotium die geringsten Veränderungen. In den Markstrahlen brechen die Hyphen hindurch und dringen in das Mark vor, um dort wieder echtes sklerotiales Gewebe zu bilden.

Vergleichen wir das Sklerotium in der Kätzchenachse von *Corylus* mit den Sklerotien der anderen Sklerotinien, so sehen wir, dass der Pilz sich auch hierin eng an die Verhältnisse der früchtezerstörenden Sklerotinien anlehnt und nicht, wie man annehmen könnte, nähere Beziehungen zu den stengelzerstörenden Formen zeigt. Vor allem ist zu betonen, dass in dem Sklerotium alle Gewebe der Wirtspflanze, mit Ausnahme der Epidermis, eingeschlossen werden, wie bei den früchtezerstörenden Sklerotinien. Reines Pilzgewebe, ohne Einschluss von Resten der Wirtspflanze, ist nur in einer Zone in der äusseren Rinde, überall sonst Einschluss von Resten der Wirtspflanze. Das Sklerotium gehört darum zum Typus der *Stromatinia*-Formen im Sinne von BOUDIER. Dazu kommt, dass der Pilz keine besondere Oberhaut bildet, sondern von den Resten der Wirtspflanze bedeckt bleibt, in dem einzelne Pilzfäden mit der Epidermis verwachsen. Das Sklerotium selbst zeigt keine besonders hohe Differenzierung.

Im Gegensatz zu diesem entstehen die Sklerotien in den Stengeln durch Verdrängung der Gewebe der Wirtspflanze. Sie schliessen keine Gewebereste des Wirtes in sich ein und zeigen in den weit-

1) A. DE BARY: Über Sklerotinien und Sklerotienkrankheiten. Bot. Ztg. 1886.

aus meisten Fällen die Bildung einer pseudoparenchymatischen Epidermis aus Pilzhyphen.

Da nun das Sklerotium in der Achse des *Corylus*-Kätzchens eine *Stromatinia*-Struktur besitzt und nahe verwandt ist mit den Sklerotinien in den Früchten, so ist anzunehmen, dass dieser Pilz wie die anderen Sklerotinien in den Früchten als Nebenfruchtform eine *Monilia* besitzt und nicht eine *Botrytis*, wie das die Stengel zerstörenden Sklerotinien meist aufweisen.

Wir kommen somit durch Untersuchung des Sklerotiums zum gleichen Resultat wie durch die Untersuchung der Ascusfrucht: Als Nebenfruchtform zu der *Sclerotinia Coryli* muss eine *Monilia* gebildet werden.

Wenn nun auch nach SACCARDO, Sylloge fungorum, keine besondere *Monilia* auf *Corylus* beschrieben wurde, so liegt andererseits eine Angabe von SORAUER[1]) vor, nach welcher auf absterbenden jungen *Corylus*-Früchten eine *Monilia* gebildet wird. Über die Spezieszugehörigkeit macht SORAUER keine besonderen Angaben, sondern er beschreibt nur die Absterbeerscheinung und gibt als deren Ursache die *Monilia* an. Die Infektion „muss von der Spitze aus im jugendlichsten Alter, vielleicht schon durch den Griffel in der Blüte erfolgt sein."

Die von mir eingangs erwähnten kranken Früchte des Haselstrauches stimmen nach der Beschreibung mit denen SORAUER's überein. Sie zeigen an der Basis der Cupula kleine *Monilia*-Rasen. Ihre Sporen sind grösser als die der *Monilia fructigena* und *cinerea*.

Zu einer ausgeprägten Sklerotienbildung kommt es in den erkrankten Haselnüssen nach meinen Beobachtungen nicht. Das Mycel durchzieht nur lose die abgestorbenen Gewebe, um sich bei der Bildung des *Monilia*-Lagers etwas zu verdichten.

Nach meinen Beobachtungen ist diese Krankheitserscheinung in den Alpen und Voralpen weit verbreitet. Auch in Poschiavo habe ich bei Anlass einer früheren Exkursion diese erkrankten Früchte gesammelt.

Ich halte es für wahrscheinlich, dass die beschriebene *Sclerotinia* in den männlichen Kätzchen von *Corylus* die Ascosporenform der *Monilia* in den Früchten ist. Leider war es mir nicht möglich experimentell diese Frage weiter zu verfolgen, doch zeigen die Mycelien in den Früchten weitgehende Übereinstimmung mit den aus den Ascosporen erzogenen Mycelien. Wir haben somit in der *Sclerotinia Coryli* einen Fall, wo das Sklerotium und das Apothecium in den männlichen Kätzchen, die Konidienbildung, die *Monilia*, wahrscheinlich in den weiblichen Organen, den jungen Früchten, gebildet wird.

---

1) P. SORAUER: Erkrankungsfälle durch *Monilia*. Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten. Bd. X, 1900, S. 152 u. f.

Damit stimmt auch das biologische Verhalten des Pilzes. Die Ascosporen werden nach der Blüte zur Zeit der Knospenentfaltung ausgestreut, und dann wird nach SORAUER die junge Frucht infiziert. Die *Monilia*-Produktion dauert aber an bis Juli oder anfangs August. Zu dieser Zeit bilden sich an der Haselstaude die neuen männlichen Kätzchen. Wie die Untersuchung des Sklerotiums zeigt, muss das Kätzchen im Herbst zur Zeit seiner Bildung von dem Pilz ergriffen worden sein. Die Übertragung der *Monilia* von den kranken Früchten auf die jungen Kätzchen kann somit sehr gut eintreten.

Mit der *Ciboria bolaris* Batsch ist der beschriebene Pilz sicher nicht identisch. Nach SCHRÖTER[1]) bildet sich dieser Pilz auf abgestorbenen Zweigen von *Corylus* und *Carpinus*, während der beschriebene auf der Kätzchenachse sich bildet. Ausserdem sind die Grössenverhältnisse anders, wie folgender Vergleich zeigt:

| | *Ciboria bolaris* Batsch nach SCHROETER | *Sclerotinia Coryli* Sch. |
|---|---|---|
| Asci . . . . | 180—200 : 14—16 | 140—160 : 8—12 |
| Sporen . . . | 18—22 : 5—7 | 15—16 : 8 |
| Sporenform . . | 2—4 teilig | ohne Teilung |

Die *Sclerotinia* auf der Achse des männlichen Kätzchens von *Corylus* ist somit noch nicht beschrieben. Ich schlage vor sie *Sclerotinia Coryli* zu nennen.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1*a*. Ausgekeimtes Sklerotium der Kätzchenachse von *Corylus*. Die Kätzchenschuppen sind entfernt. Nat Grösse.
„ 1*b*, *c*, *d*, *e*, *f*. Apothecien auf verschiedenen Kätzchen. Nat. Grösse.
„ 2. Querschnitt durch das Sklerotium in der Kätzchenachse von *Corylus*. Vergr. 150.
„ 3. Partie eines gleichen Querschnittes, stärker vergrössert. *a* äussere Partie des Grundparenchyms, *b* reines sklerotisches Gewebe, *c* Siebteil der Gefässbündel, *d* Holzring. *e* sklerifiziertes Mark. Vergr. 400.
„ 4. Asci. Vergr. 700.
„ 5. Paraphysen. Vergr. 700.
„ 6. Ausgeschleuderte Ascosporen mit der abgeworfenen äusseren Haut. Vergr. 700.
„ 7. Gekeimte Ascosporen in Konfitüre. Vergr. 700.
„ 8. Weiter fortgeschrittenes Stadium der Ascosporenkeimung. Vergr. 700.
„ 9. Ascosporen mit Conidienbildung bei der Keimung im Wasser. Vergr. 700.
„ 10. Conidienbildung an Keimlingen, entstanden durch Zurückversetzung der Keimungsstadien im Wasser. Vergr. 700.

1) J. SCHROETER: Kryptogamenflora von Schlesien. Bd. II, S. 62.

# 78. A. Schulz: Über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutschlands.

## III.[1]) Drude's Glazialpflanzen.[2])

Eingegangen am 23. November 1906.

---

DRUDE ist der Ansicht, dass gegen den Schluss der letzten „Haupteiszeit"[3]) die Grenze des Fichtenwaldes (mit Birke und Eberesche) zwischen Harz, Erzgebirge und Isergebirge etwa 300—500 *m* hoch lag, dass damals in diesem Gebiete in demselben Niveau und noch ein wenig höher weite Bestände von alpinen, arktisch-borealen und uralischen Hochmoorpflanzen, hercynischen subalpinen Bergheidepflanzen und subalpinen Felspflanzen vorhanden waren[4]) und dass[5]) „damals *Betula odorata* und *Picea excelsa* als Repräsentanten der Waldbäume gemischt mit den Arten unserer heutigen Hochmoore und des obersten Bergwaldes und vielen jetzt fortgewanderten Glazialpflanzen das hercynische Hügelland besonders in den östlichen Gauen besetzt hielten, während im Südwesten ein reicherer Bestand von Wald- und Wiesenarten herrschte und hier vielleicht Tanne und Buche ihre damaligen Nordostgrenzen hatten. Die gesamte „„südöstliche Genossenschaft"" aber wird sich damals viel weiter südwärts, vielleicht von Kroatien-Bosnien und den illyrischen Hochgebirgen an zerstreut bis Niederösterreich, Mähren und Böhmen als äussersten Vorposten, zurückgehalten haben. Deren Zeit und Einwanderung folgte dann später." Er gründet seine Ansicht über den Umfang und die Zusammensetzung des mitteldeutschen Waldes „gegen den Schluss der letzten Haupteiszeit" vorzüglich auf die Anschauungen

---

1) Vgl. diese Berichte, 24. Bd. (1906), S. 441 u. f.

2) Als Glazialpflanzen oder glaziale Elemente bezeichnet DRUDE — Der Hercynische Florenbezirk (1902) — diejenigen Gewächse, die während des Höhepunktes der „Haupteiszeiten" in Mitteldeutschland zu wandern im Stande waren und sich damals hier ansiedeln konnten, also die Elemente der ersten Untergruppe meiner ersten Gruppe (vgl. hierzu diese Berichte a. a. O., S. 442, Anm. 7). Er unterscheidet häufig (so z. B. a. a. O., S. 631—632) zwei Gruppen von Glazialpflanzen: einerseits präalpine Arten (vgl. a. a. O., S. 630), andererseits arktisch-boreale und arktisch-alpine Arten (vgl. hierzu aber a. a. O., S. 629), häufig (so z. B. a. a. O., S. 630 und 650) rechnet er jedoch auch arktisch-alpine Arten zu den präalpinen Arten. Vgl. hierzu auch diese Abhandlung S. 514, Anm. 2.

3) Vgl. hierzu diese Berichte a. a. O., S. 443.

4) Vgl. DRUDE, a. a. O., S. 626, nebst S. 225 u. f.

5) A. a. O., S. 623.

von PARTSCH über die Höhenlage der Schneegrenze im Riesengebirge zur zweiten „Haupteiszeit“[1]). In der ersten „Haupteiszeit“ war die Glazialflora weiter verbreitet als in der zweiten. Während der „mit wärmerem Klima und arktotertiären Pflanzen wie *Brasenia* ausgerüsteten Interglazialzeit“ verschwanden aber die meisten Glazialpflanzen wieder aus Mitteldeutschland. Welche von den gegenwärtig in Mitteldeutschland lebenden Glazialpflanzen aus der ersten, welche aus der zweiten „Haupteiszeit“ stammen, lässt sich nicht sicher beurteilen[2]). Nach Mitteldeutschland gelangten die Glazialpflanzen in der zweiten „Haupteiszeit“ teils aus dem Norden, teils aus den Alpen. Die letzteren wanderten über den süddeutschen Jurazug, die Triaskalke des Werralandes, der Leine und des Thüringer Beckens. Im Thüringer Becken breiteten sie sich aus. Sie vermochten aber über die Gegend der Weissen Elster nach Osten hinaus nicht vorzudringen, da östlich von dieser Kalkboden fehlt[3]). Als dann in der auf diese

1) A. a. O., S. 621–622.

2) Hoffentlich habe ich DRUDE richtig verstanden. Er sagt nämlich (a. a O. S. 613, Anm. 1) bei Erwähnung meiner in diesen Berichten, 20 Bd. (1902), S. 54 u. f. veröffentlichten Abhandlung: Über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutschlands: „Eine Discussion hierüber [d. h. über meine Anschauungen, SCHULZ] muss einer anderen Gelegenheit vorbehalten bleiben. Nur das sei von meinem Standpunkt hier betont, dass auch ich die Wirkung der (ersten) Haupteiszeit für viel grösser gewesen als die der letzten halte, dass ich aber immer nur von der letzten spreche, weil die (grössere) Wirkung der ersten durch die mit wärmerem Klima und arktotertiären Pflanzen wie *Brasenia* ausgerüstete Interglacialperiode als in der Gesamtwirkung aufgehoben zu betrachten ist und es sich nicht sicher beurteilen lässt, welche Elemente aus der ersten und welche aus der zweiten Haupteisperiode als Relikte heute erhalten sind.“ (An anderen Stellen — z. B. S. 635, 4. Absatz — scheint DRUDE jedoch anzunehmen, dass sich alle diese Gewächse in Mitteldeutschland erst während der letzten grossen Vergletscherungsperiode angesiedelt haben). Ich will gleich hier bemerken, dass ich nicht weiss, auf welche Stelle meiner genannten Abhandlung sich die soeben angeführten Worte DRUDE's beziehen sollen. In meiner Abhandlung ist von dem hier von DRUDE erwähnten Gegenstande gar nicht die Rede. Ebenso unverständlich ist mir DRUDE's Äusserung auf S. 637 seines Buches: „A. SCHULZ hat ein verwickeltes System von 4 solchen, mit wärmeren Perioden wechselnden Eiszeiten aufgebaut und bemüht sich, die Perioden der Einwanderung und den Weg der Besiedelung für die einzelnen Arten genau zu bestimmen. Das erscheint mir unmöglich, und wir müssen zufrieden sein, wenn wir nur erst einmal die Hauptperioden des Zuzuges neuer Associationen und die klimatischen Verhältnisse während derselben genauer kennen. Eines allzu bestimmten Urteils enthält man sich am besten noch so lange, als auch die Geologie mit der Beschaffung allseitig gesicherter Unterlagen noch nicht fertig ist, — und das ist sie noch nicht.“ Es wäre mir sehr angenehm, wenn sich DRUDE darüber äussern würde worauf sich die vorstehenden Behauptungen gründen. In meinen Schriften findet sich nichts, was zu solchen Behauptungen Veranlassung geben kann.

3) DRUDE, a. a. O., S. 166, 630, 632, 635, 647, 651.

„Haupteiszeit“ folgenden Steppenzeit — die schon früh in der letzten „Haupteiszeit“ begann, als das nordische Landeis noch den pommersch-preussischen Landrücken besetzt hielt[1]) — Pflanzen aus pontischer Heimat (d. h. Steppenpflanzen) einwanderten, da rückten viele Glazialpflanzen, gefolgt vom Fichtenwalde, höher in die Berge hinauf an ihre heutigen Plätze und wanderten viele andere — präalpine — Glazialpflanzen wieder nach den Alpen zurück, während sich die übrigen mit den neuen Einwanderern mischten. „War damals das Hauptgemisch, sehr langsam und allmählich, entstanden, so konnten sich die präalpin-pontischen Genossenschaften bei der Einkehr heutiger Verhältnisse an die Plätze begeben, wo wir sie heute teils zusammen, teils nahe bei einander finden, und die merkwürdige Gruppe am Südrande des Harzes wird wohl seit jener Periode kaum vom Fleck gewichen sein. Wenn dabei von starken biologischen Anpassungen an veränderte Verhältnisse die Rede ist, so betrifft dies besonders die präalpinen Arten, welche die Steppenperiode überdauern mussten. Und gerade in dieser Gruppe finden sich so auffallende Erscheinungen wie die der *Parnassia* und *Pinguicula*, welche als eigentliche Bewohner der Torfwiesen doch am Südrande des Harzes auf den trocknen Zechsteingypsen freudig leben.“[2])

*

In der Abhandlung über DRUDE's Steppenpflanzen wurde gesagt, dass bis jetzt vier quartäre Perioden bedeutender Vergletscherung des nördlicheren Europas nachgewiesen worden sind.[3]) Während des kältesten Abschnittes der letzten von diesen Perioden breiteten sich zweifellos in dem nördlich der Alpen gelegenen Teile Mitteleuropas, der damals wohl auch in seinen niedrigeren Strichen nur wenig bewaldet war, die Elemente der ersten Untergruppe meiner ersten Gruppe[4]) weit aus. Von diesen Wanderern haben sich in Mittel-

1) Vgl. auch DRUDE, a. a. O., S. 496.

2) A. a. O., S. 631. Zu der erwähnten „merkwürdigen“ Gruppe „präalpiner“ Arten gehören (nach S 650, wo diese Arten ebenfalls als „präalpine“ bezeichnet werden) ausser *Pinguicula gypsophila* und *Gypsophila repens*, die auch auf S. 631 als präalpine Arten bezeichnet werden, auch die auf S. 631 - 632 und 204-205 als arktisch-boreale und arktisch-alpine (vgl hierzu S 489) Arten (Arealfigur AH) bezeichneten *Rosa cinnamomea* (die nach S. 200 aber ein boreal-uralisches Areal BU[3] haben soll), *Arabis alpina*, *A. petraea* und *Salix hastata*!! Vgl hierzu auch diese Abhandlung S. 512, Anm. 2. Übrigens scheint es, dass DRUDE die einzelnen Arten an ihren verschiedenen Wohnstätten verschieden bezeichnet, denn er sagt: „Alle . . . tragen die Signatur AH: es sind dies *Salix hastata*, *Arabis alpina* und *petraea* auf ihrem südharzer Standort, und *Allium* * *sibiricum* im Bodetal und südlicher Lausitz“ S. 204-205).

3) Diese waren schon 1902 bekannt. DRUDE (vgl. a. a. O., S. 613, 621, 637 usw.) scheint dies nicht gewusst zu haben.

4) Sowie gegenwärtig nicht mehr in dem nördlich der Alpen gelegenen Teile Mitteleuropas vorkommende Gewächse mit derselben Anpassung an das Klima.

deutschland aber vielleicht nur recht wenige von jener Zeit bis zur Gegenwart ununterbrochen[1]) erhalten[2]). In die lange — noch sehr wenig bekannte — Zwischenzeit zwischen dem Ende der letzten grossen Vergletscherungsperiode und der[3]) Periode des Bühlvorstosses PENCK's fällt nämlich wahrscheinlich[4]) ein Zeitabschnitt, wo das Klima Mitteleuropas einen solchen Charakter hatte wie während der in die letzte Interglazialzeit fallenden Zeit der Ablagerung der Hauptmasse des sogenannten jüngeren Lösses, wenn es auch nicht ganz so extrem kontinental war wie damals. Ist dies der Fall, hatte wirklich das Klima Mitteleuropas in jener Zwischenzeit eine Zeit lang eine solche Beschaffenheit, so ist während dieses Zeitabschnittes sicher die Mehrzahl jener Wanderer aus Mitteldeutschland vollständig verschwunden. Und von denen, die sich während dieses Zeitabschnittes hier erhielten, haben sich zweifellos die meisten damals dermassen an das herrschende Klima angepasst, dass sie während der infolge dieser Neuanpassung klimatisch für sie sehr ungünstigen Periode des Bühlvorstosses zugrunde gingen. Dass diese beiden letzteren Annahmen zulässig sind, lässt die Untersuchung der heutigen Verhältnisse dieser Elemente in dem nördlich der Alpen gelegenen Teile Mitteleuropas deutlich erkennen. Obwohl sich nämlich die Elemente der ersten Untergruppe der ersten Gruppe zweifellos während der Periode des Bühlvorstosses in diesem Teile Mitteleuropas sehr weit ausbreiteten, ist doch der grösste Teil von ihnen gegenwärtig hier nur wenig verbreitet, und ausserdem haben zahlreiche von ihnen hier eine solche klimatische Anpassung, dass sie unter der Herrschaft eines Klimas, wie es Mitteleuropa in der Periode des Bühlvorstosses hatte, ohne Zweifel zugrunde gehen würden. Diese Verhältnisse können sich nur während der ersten heissen Periode, hauptsächlich während deren trockensten Abschnittes[5]) ausgebildet haben. War aber diese Periode imstande, so bedeutende Änderungen des Areales und der klimatischen Anpassung dieser Elemente herbeizuführen, so muss ein Zeitabschnitt mit wesentlich extremerem Klima als es der trockenste Abschnitt der ersten heissen Periode besass

---

1) D. h. es leben nur von recht wenigen der betreffenden Arten noch gegenwärtig Nachkommen der damaligen mitteldeutschen Individuen in Mitteldeutschland.

2) Von den während des kältesten Abschnittes der vorletzten grossen Vergletscherungsperiode in Mitteldeutschland eingewanderten Elementen dieser Untergruppe erhielt sich keins hier ununterbrochen von dieser Periode bis zum Ende der letzten grossen Vergletscherungsperiode. Betreffs der Gründe für diese Annahme vgl SCHULZ, Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke der oberrheinischen Tiefebene und ihrer Umgebung (Stuttgart 1906), S. 5 u. f.

3) Schon in der in Anm. 1 auf S. 512 genannten Abhandlung erwähnten.

4) Vgl. SCHULZ, a. a. O., S. 9 u. f.

5) Vgl. diese Berichte, 24. Bd. (1906), S. 445.

noch viel weitergehende Änderungen des Areales und der Anpassung dieser Gewächse in Mitteleuropa herbeigeführt haben, auch wenn diese am Ende der letzten grossen Vergletscherungsperiode weiter verbreitet waren als man es für die Periode des Bühlvorstosses annehmen kann. Es ist somit recht wahrscheinlich, dass sich die Mehrzahl der gegenwärtig in Mitteldeutschland lebenden Elemente der ersten Untergruppe der ersten Gruppe hier erst während der Periode des Bühlvorstosses angesiedelt hat.[1]) Es ist zwar noch nichts Sicheres über das Klima dieser Periode bekannt,[2]) es lässt sich meines Erachtens aber das mit Bestimmtheit behaupten, dass deren Klima, ebenso wie das der letzten grossen Vergletscherungsperiode,[3]) keinen kontinentalen, sondern einen ozeanischen Charakter hatte, dass es während des Höhepunktes der Periode für die Waldbäume so ungünstig war, dass damals weite zusammenhängende Striche vom Südrande des nordischen Inlandeises[4]) bis zum Nordrande der Alpenvergletscherung völlig oder fast völlig waldlos waren,[5]) und dass damals zahlreiche Elemente der ersten Untergruppe der ersten Gruppe auf diesen Strichen schrittweise und in kleineren Sprüngen von Norden und Süden her nach Mitteldeutschland vordrangen und sich in diesem ausbreiteten. Woher die einzelnen der noch jetzt in Mitteldeutschland lebenden von diesen Elementen hierhin gelangt sind, von Norden

---

1) Auch wenn das Klima des der letzten grossen Vergletscherungsperiode folgenden trockenen Zeitabschnittes nur dem des trockensten Abschnittes der ersten heissen Periode geglichen hätte, würden sich nur wenige der Einwanderer des kältesten Abschnittes jener Periode in Mitteldeutschland bis zur Gegenwart erhalten haben.

2) Vgl. SCHULZ, a. a. O., S. 10 u. f. und S. 79 u. f.

3) DRUDE ist dagegen der Meinung, dass das Klima dieser Periode kontinental war und dass während derselben — d. h. in einem frühen Stadium der Postglazialzeit — viele Striche Mitteldeutschlands Tundren waren, in welche Charakterarten der osteuropäischen Steppen eindringen konnten (a. a. O., S. 631).

4) Das nordische Inlandeis drang während dieser Periode wohl noch eine Strecke weit über die sogenannte Baltische Endmoräne, die später, nach dem Höhepunkte der Periode, während einer Pause im Rückzuge der Vergletscherung entstanden ist, nach Süden vor. Betreffs des Umfanges der damaligen Alpenvergletscherung vgl. SCHULZ, a. a. O., S. 10.

5) Wahrscheinlich hatten damals Fichte, Tanne und Buche in Mitteleuropa eine viel geringere Verbreitung als es DRUDE annimmt. Aus den Ergebnissen von PARTSCH's Untersuchung der früheren Vergletscherung des Riesengebirges lässt sich auf den Umfang des Waldes und die Verbreitung der einzelnen Waldbaumarten während der von PARTSCH unterschiedenen Vergletscherungsperioden des Riesengebirges, die übrigens noch nicht sicher mit solchen der Alpen und des Nordens identifiziert worden sind, nicht schliessen. Die Kiefer hat sich nach DRUDE's Annahme (a. a. O. S. 638) in Mitteldeutschland erst in der Postglazialzeit angesiedelt. In diese Zeit soll nach S 638 auch die Ansiedlung der Buche und Tanne fallen; vgl. hierzu aber diese Abh. S. 512!

oder von Süden[1]), und auf welchen Wegen sie eingewandert sind, das lässt sich gegenwärtig nicht mehr feststellen. Es ist sehr wohl möglich, dass solche Arten, die gegenwärtig nördlich von Mitteldeutschland nicht vorkommen, dennoch — ausschliesslich oder auch — von dorther eingewandert sind, und dass umgekehrt Arten, die gegenwärtig in dem Schweizer Jura, den Alpen und den Karpathen nicht wachsen, doch — ausschliesslich oder auch — aus diesen Gebirgen nach Mitteldeutschland gekommen sind. Denn es ist sicher, dass während der Periode des Bühlvorstosses sowohl die Flora des nördlichen Europas (einschliesslich der skandinavischen Gebirge), als auch die der genannten südlich von Mitteldeutschland gelegenen Gebirge eine Anzahl ihrer bisherigen Arten verloren hat.[2]) DRUDE nimmt, wie schon vorhin gesagt wurde, an, dass diejenigen Glazialpflanzen, die von Süden — aus den Alpen — her nach Mitteldeutschland vordrangen, über den süddeutschen Jurazug sowie durch das Werra- und das Leinegebiet — über Gotha — nach dem Thüringer Becken wanderten,[3]) wo sie sich nach Osten bis zu der Saale und der Gegend der Weissen Elster ausbreiteten, über welch letztere hinaus sie aber nicht vordringen konnten, da östlich von ihr Kalkboden fehlt. Und er glaubt, dass zu dieser Einwanderungsgenossenschaft auch die vorhin erwähnte, auf dem Zechsteingipse des südlichen Harzrandes wachsende Gruppe[4]) „präalpiner“ Arten gehört[5]). Früher nahm auch ich das

1) Auf die Einwanderung aus den anderen Himmelsrichtungen will ich nicht eingehen.

2) Ebenso können Arten, die gegenwärtig nördlich von Mitteldeutschland nur spärlich auftreten, südlich davon dagegen verbreitet sind, auch oder sogar ausschliesslich von Norden her eingewandert sein, und umgekehrt können im Norden weit verbreitete, dagegen im Süden seltene Arten auch oder ausschliesslich von Süden her eingewandert sein.

3) Über die Art und Weise der Wanderung scheint DRUDE noch dieselben Ansichten zu haben (vgl. a. a. O. S. 166), die ich schon in diesen Berichten, a. a. O. S. 69, als irrtümlich hingestellt habe.

4) Diese Arten, zu denen, wie ich nachgewiesen habe, auch *Biscutella laevigata* gehört, habe ich in meiner Schrift über Die Entwicklungsgesch. der phan. Pflanzendecke des Saalebezirkes (1898) S. 24 u. f., eingehend behandelt.

5) Auf S. 206 seines Buches jedoch sagt DRUDE betreffs fünf (vgl. S. 205 unten) von diesen Arten (gemeint sind wohl *Salix hastata*, *Gypsophila repens*, *Arabis alpina*, *A. petraea* und *Rosa cinnamomea*): „Wie und wann diese Arten hier zusammenkamen, bleibt natürlich hypothetisch und man braucht sich dieselben nicht durchaus als Arten einer gleichen Besiedelungskategorie vorzustellen, wie auch jetzt *Coronilla vaginalis* und *Nepeta nuda* oder ähnliche Arten, *Thesium alpinum* und *Pulsatilla pratensis* nahe bei einander an gleichen Hauptstandorten wachsen. Pflanzen aus verschiedener Herkunft verschmelzen aber auf gleichartigem Standorte durch Jahrtausende zu einer äusserlichen Einheit.“ Er scheint es also nicht für ausgeschlossen zu halten, dass eine oder die andere dieser fünf Arten eine „Steppenpflanze“ ist. Das widerspricht aber seinen übrigen Aussagen über diese Arten durchaus.

letztere an[1]), ich bin jedoch jetzt der Meinung, dass nichts für diese Annahme spricht. Die Glieder dieser Gruppe können auch, soweit wie sie überhaupt aus dem Süden eingewandert sind, östlich vom Böhmer- und Thüringerwalde nach Mitteldeutschland vorgedrungen sein. Und zwar von den Alpen her durch Böhmen, vorzüglich durch dessen westlichen Teil[2]), nach dem Königreich Sachsen und der oberen Saalegegend, und von den Karpathen her über die Sudeten und das Erzgebirge sowie durch die an diese Gebirge angrenzenden niedrigeren Striche nach dem Saalegebiete. Dass auf diesen beiden Wegen Elemente der ersten Untergruppe der ersten Gruppe aus den genannten Hochgebirgen nach Mitteldeutschland vorgedrungen sind, darauf weist das Vorkommen einer recht bedeutenden Anzahl von solchen von diesen Gewächsen, deren Einwanderung von Norden her wenig wahrscheinlich ist, auf diesen Wegen hin[3])[4]). Daraus, dass gegenwärtig im Königreich Sachsen nördlich von der böhmischen Randumwallung nur wenige solche Gewächse vorkommen, darf man nicht schliessen, dass solche auch während des kältesten Abschnittes der Periode des Bühlvorstosses hier nur in unbedeutender Anzahl vorkamen, und dass damals nur wenige oder gar keine von ihnen durch Sachsen nach dem Saalebezirke vordrangen. Denn diejenigen von diesen Gewächsen, die während dieser Periode im Königreich Sachsen lebten, hatten meist vor dem Zeitabschnitte, wo sie in dieses einwanderten, lange in Gebieten mit kalkreichem Boden gelebt und sich mehr oder weniger fest an diesen angepasst. Während des klimatisch für sie höchst ungünstigen trockensten Abschnittes der ersten heissen Periode machte sich ihr Kalkbedürfnis wieder sehr geltend. Sie verschwanden infolge davon damals meist aus Sachsen, dessen Boden fast überall kalkarm ist, während sich im Saalebezirke an klimatisch begünstigten Örtlichkeiten mit kalkreichem Boden nicht wenige der südlichen Einwanderer des kältesten Abschnittes der Periode des Bühlvorstosses, die zum Teil durch Sachsen ge-

---

1) Vgl. SCHULZ, a. a. O., z. B. S. 30.

2) DRUDE nimmt eine Einwanderung aus den österreichischen Nordalpen in den Böhmerwald an, glaubt aber, dass die Depression bei Cham-Furth-Taus ein weiteres Vordringen dieser Arten nach Norden gehemmt habe (a. a. O. S. 611). Letztere Annahme ist natürlich unrichtig.

3) Auch im Innern Böhmens, z. B. im Mittelgebirge und in der Gegend von Prag, kommen solche vor.

4) DRUDE nimmt (a. a. O. S. 650—651) an, dass Arten wie *Polygala Chamaebuxus* aus dem Fränkischen Jura in das westliche Böhmen eingewandert seien. Nichts spricht für diese Annahme. Es fand vielmehr umgekehrt eine Einwanderung aus den Alpen und Karpathen durch Böhmen hindurch in den Fränkischen Jura statt; vgl. SCHULZ, Über einige Probleme der Entwicklungsgesch. der gegenw. phan. Flora und Pflanzendecke Süddeutschlands, Beihefte zum Botanischen Centralblatt, 20. Bd., 2. Abt. (1906), S. 197—295 (275 u. f.).

kommen waren, erhielten.[1]) Diejenigen dieser Einwanderer allerdings, die auf dem von DRUDE bezeichneten Wege nach Norden wanderten,[2]) sind vielleicht ostwärts, nicht über die Gegend der Weissen Elster vorgedrungen, da sie nicht nur aus Gebieten mit Kalkboden ausgewandert waren, sondern auch auf ihrer Nordwanderung ständig kalkreichen Boden bewohnt hatten und infolge davon vielleicht nur auf solchem zu leben vermochten.[3])

Ich bin überzeugt, dass die Anzahl derjenigen Elemente dieser Untergruppe, die während der Periode des Bühlvorstosses aus dem Norden in Mitteldeutschland einwanderten, bedeutender war als die der damals aus dem Süden einwandernden[4]). Die interessante Gruppe des Brockengebirges[5]) stammt vielleicht ganz von dort[6]). Auch in das Königreich Sachsen gelangten damals zahlreiche von diesen Einwanderern[7])[8])[9]). In der Folgezeit verschwand die Hauptmasse der Elemente der ersten Untergruppe der ersten Gruppe

1) DRUDE sieht die gegenwärtige Verbreitung der Phanerogamen in Mitteldeutschland im wesentlichen als eine Folge ihrer Besiedlungsfähigkeit oder Besiedlungskraft an; Entwicklungsgeschichte der Flora und Pflanzendecke eines Gebietes ist für ihn mit Besiedlungsgeschichte dieses Gebietes gleichbedeutend. Vgl. hierzu a. a. O. S. 160, 164, 165, 618 usw.

2) Auf diesem Wege ist — allerdings nicht als Waldpflanze — wohl auch *Pleurospermum austriacum* nach Mitteldeutschland gewandert, das DRUDE in demselben Absatze (S. 639, 2. Abs.) erst für einen nordischen und dann für einen südlichen Einwanderer (aus den Alpen) erklärt. Die Geschichte dieser Umbellifere habe ich in meiner Entwicklungsgesch. der phan. Pflanzendecke Mitteleuropas (Stuttgart 1899), S. 54—57, ausführlich behandelt.

3) Die gegenwärtig in der Elstergegend nördlich von der Südgrenze von DRUDE's „Land der weissen Elster“ vorkommenden Individuen der Elemente der ersten Untergruppe der ersten Gruppe sind wohl sämtlich erst lange nach der Periode des Bühlvorstosses dorthin gelangt.

4) Auch die meisten südlichen Einwanderer stammen wohl aus dem europäischen Norden oder sind doch über diesen aus den übrigen arktischen Gebieten während einer der früheren grossen Vergletscherungsperioden in die südlich von Mitteldeutschland gelegenen Hochgebirge eingewandert.

5) Vgl. hierzu SCHULZ, Entwicklungsgesch. der phan. Pflanzendecke des Saalebezirkes, S. 41 u. f.

6) Selbst *Pulsatilla alba* Rchb., die DRUDE (a. a. O. S. 489) für ein „alpines“ Element erklärt.

7) Auch von diesen Einwanderern haben sich im Saalebezirke mehr als im Königreich Sachsen erhalten, da jener ihnen während des trockensten Abschnittes der ersten heissen Periode günstigere Bedingungen bot als dieses.

8) Es fehlten damals — „am Ende der Eiszeit“ — durchaus nicht, wie es DRUDE (a. a. O. S. 627) glaubt, „westeuropäisch-boreale“ Arten wie *Calluna vulgaris* und *Galium hercynicum*. Dagegen lebten damals nicht, wie DRUDE (S. 623) es annimmt, alle Arten unserer heutigen Hochmoore in Mitteldeutschland.

9) Die im nördlichen Deutschland gefundenen fossilen Reste von Glazialpflanzen stammen wohl meist aus dem letzten Teile dieser Periode.

wieder aus Mitteldeutschland[1]), und verloren diejenigen, die sich hier erhielten, den grössten Teil ihres mitteldeutschen Areals. Am ungünstigsten war für diese Elemente, wie gesagt, wohl der trockenste Abschnitt der ersten heissen Periode. Während dessen Höhepunktes gelang es jedoch den überlebenden mitteldeutschen Individuengruppen einer Anzahl dieser Elemente sämtlich oder teilweise sich an das damals herrschende Klima mehr oder weniger fest anzupassen und ihre Anpassung in entsprechender Weise zu verändern. Diese Individuengruppenreihen breiteten sich nach dem Höhepunkte des trockensten Abschnittes, je nach dem Grade ihrer neuen Anpassung früher oder später, mehr oder weniger weit aus.[2]) Sie verhielten sich hierauf teilweise vollständig wie die Elemente der zweiten

---

1) Ein Zurückwandern von Elementen dieser Untergruppe aus Mitteldeutschland in die Alpen, das DRUDE (vgl. oben S. 514) annimmt, fand selbstverständlich nicht statt. DRUDE's Behauptung: „War damals das Hauptgemisch, sehr langsam und allmählich, entstanden, so konnten sich die präalpin-pontischen Genossenschaften bei der Einkehr heutiger Verhältnisse an die Plätze begeben, wo wir sie heute teils zusammen, teils nahe bei einander finden, und die merkwürdige Gruppe am Südrande des Harzes wird wohl seit jener Periode kaum vom Fleck gewichen sein. Wenn dabei von starken biologischen Anpassungen an veränderte Verhältnisse die Rede ist, so betrifft dies besonders die präalpinen Arten, welche die Steppenperiode überdauern mussten. Und gerade in dieser Gruppe finden sich so auffällige Erscheinungen wie die der *Parnassia* und *Pinguicula*, welche als eigentliche Bewohner der Torfwiesen doch am Südrande des Harzes auf den trocknen Zechstein-Gypsen freudig leben" (a. a. O. S. 631), gründet sich wohl auf Ausführungen in meinen Schriften — über Neuanpassung an Klima und Boden usw. —, die er vollständig missverstanden hat. Vgl. hierzu auch DRUDE, a. a. O. S. 423, wo von Wanderungswegen und „Rückzugslinien in der jüngsten Florenentwicklung" die Rede ist. Rückzugslinien, die doch auch nur Wanderungswege sein könnten, hat es natürlich bei der Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteleuropas nicht gegeben.

2) Auch die Arten der Gruppe der Zechsteingipszone des Südharzes haben sich in verschieden hohem Grade an das Klima — und ausserdem fest an den Gipsboden — angepasst und dann wahrscheinlich mehr oder weniger weit ausgebreitet. Das grösste Areal hat *Arabis petraea*, es wird von DRUDE — im Texte und auf der Karte falsch dargestellt. DRUDE sagt: „Dass gerade diese Stellen auf den Zechsteinhöhen am Südrande des Harzes so mancherlei Relikte dauernd erhalten konnten, liegt unzweifelhaft in der Natur des Gesteins und in der hier ziemlich wilden Form der Hügel mit begründet, hat aber wohl seine direkte Ursache in bestimmten Verhältnissen zur Besiedelungszeit, in die wir noch keine klare Einsicht haben und vielleicht auch nie gewinnen werden" (a. a. O. S. 520). Die Annahme, dass das Vorkommen dieser Arten im Südharze seine Ursache in „bestimmten Verhältnissen zur Besiedelungszeit" habe, ist durchaus unbegründet. Diese Arten waren während des kältesten Abschnittes der Periode des Bühlvorstosses zweifellos in Mitteldeutschland weit verbreitet, haben sich aber nur auf dem Zechsteingipse erhalten, der ihnen während des trockensten Abschnittes der ersten heissen Periode günstigere Lebensbedingungen bot als irgend eine andere mitteldeutsche Örtlichkeit. Vgl. hierzu SCHULZ, Entwicklungsgesch. der phan. Pflanzend. des Saalebezirkes, S. 31.

Gruppe. Teilweise jedoch sind sie nicht in demselben Grade wie diese an Trockenheit und Hitze angepasst, aber imstande, grössere sommerliche Kühle und Feuchtigkeit zu ertragen als diese, stehen also den Elementen der dritten Gruppe näher als den der zweiten Gruppe.[1]) Die in den höchsten Gebirgsregionen Mitteldeutschlands lebenden Elemente der ersten Untergruppe der ersten Gruppe erfuhren während des trockensten Abschnittes der ersten heissen Periode wohl meist nur eine unbedeutende Änderung ihrer bisherigen klimatischen Anpassung.[2]) Sie breiteten sich wahrscheinlich während der ersten kühlen Periode und vielleicht, nachdem sie während des trockensten Abschnittes der zweiten heissen Periode wieder einen Arealverlust erlitten hatten, auch während der zweiten kühlen Periode — während dieser aber wohl nur ganz unbedeutend — in jenen Gebirgsregionen aus. Eine Einwanderung von Elementen der ersten Untergruppe der ersten Gruppe in Mitteldeutschland aus dem Norden oder aus den Hochgebirgen im Süden oder aus höheren Gebirgen des übrigen nördlich des Juras, der Alpen und der Karpathen gelegenen Mitteleuropas fand damals nicht statt[3]).

1) Ich habe eine grössere Anzahl von solchen Gewächsen — sowie von Elementen der anderen Untergruppen der ersten Gruppe, die eine Änderung ihrer klimatischen Anpassung erfahren und sich dann von neuem ausgebreitet haben — in meinen Schriften behandelt; vgl. z. B. ausser den in den Anm. 4 auf S. 517, 4 auf S. 518 und 2 auf S. 519 erwähnten Abhandlungen: Entwicklungsgesch. der gegenw. phan. Flora und Pflanzendecke Skandinaviens (Stuttgart 1900), Studien über die phan. Flora und Pflanzendecke des Saalebezirkes I (Halle 1902), und Studien über die phan. Flora und Pflanzendecke Deutschlands I, Zeitschr. für Naturwiss., 78 Bd. (1906) S. 51 u. f.

2) Vielleicht passten sie sich aber mehr oder weniger fest an die besonderen Verhältnisse des Bodens ihrer Wohnstätten an; vgl. hierzu SCHULZ, Entwicklungsgeschichte der gegenw. phan. Flora und Pflanzendecke der Schweiz, Beihefte zum Bot. Centralbl., 17. Bd. (1904), S. 157 u. f.

3) DRUDE's Annahme, dass die „präalpinen" Arten möglicherweise nach den Steppenpflanzen in Mitteldeutschland eingewandert sein könnten (a. a O. S. 637), ist ganz unhaltbar.

# 79. Ernst Küster: Normale und abnorme Keimungen bei Fucus.

Mit einer Abbildung im Text.

Eingegangen am 25. November 1906.

Gelegentlich einiger Protophytenuntersuchungen, die mich im August nach der biologischen Station zu Helgoland führten, stellte ich neben anderem eine Reihe von Versuchen an, mit welchen ich ROSENVINGE's Angaben[1]) über die Keimung befruchteter *Fucus*-Eier nachprüfen wollte. ROSENVINGE gibt an, dass auf die Richtung der ersten Querwand und die Ausbildung einer Polarität am keimenden *Fucus*-Ei verschiedene äussere Faktoren von Einfluss seien: Das Licht wirkt insofern bestimmend, als bei einseitiger Beleuchtung die erste Wand senkrecht zur Richtung der Lichtstrahlen steht, und die dem Licht zugewandte Seite des Eies den Sprosspol, die andere den Rhizoidpol liefert, „mais cela n'a pas toujours lieu, et il n'y a pas un rapport nécessaire entre l'orientation de la première cloison et celle de la polarité de la plantule." Ganz belanglos sei die Wirkung des Lichtes auf die Keimungserscheinungen von *Fucus serratus; Pelvetia canaliculata* war diejenige Spezies, welche am promptesten auf einseitige Beleuchtung reagierte. Weiterhin gibt ROSENVINGE an, dass ungleiche Sauerstoffzufuhr von Bedeutung sei; an der nur schwach mit Sauerstoff versorgten Seite entstanden die Rhizoiden, an der entgegengesetzten entwickelte sich der Sprosspol.

Neuerdings hat WINKLER[2]) durch seine Mitteilungen über *Cystosira*-Eier die Aufmerksamkeit von neuem auf ROSENVINGE's Resultate und Folgerungen gelenkt: die *Cystosira*-Eier werden bei einseitiger Beleuchtung in der Ausbildung von Spross- und Rhizoidpol von der Richtung der Lichtstrahlen bestimmt; von dem richtenden Einfluss ungleichmässiger Sauerstoffverteilung war nichts nachweisbar.

Meine eigenen Versuche, die ich in Helgoland anstellte und zum Teil im botanischen Institut zu Halle im Oktober mit künstlichem Meereswasser wiederholte, beziehen sich auf *Fucus serratus* und *F. platycarpus*.

---

1) Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes. Rev. gén. de Bot., Bd. I. 1889, p. 53 ff.

2) Über den Einfluss äusserer Faktoren auf die Teilung der Eier von *Cystosira barbata*. Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. XVIII, 1906, S. 297.

Im allgemeinen kann ich ROSENVINGE's Ergebnisse bestätigen. Bevor ich auf diese und meine eigenen näher eingehe, möchte ich vorausschicken, dass das mir zur Verfügung stehende Material von *Fucus* nicht das beste war, insofern als die Geschlechtsprodukte — von *Fucus platycarpus* und besonders von *F. serratus* — nur spärlich und langsam aus den Receptakeln austraten. Die Eier waren zwar durchaus befruchtungsfähig, und die Spermatozoen schwärmten meist lebhaft; aber die energische Wirkung der Geschlechtszellen aufeinander, wie sie von den Autoren meist geschildert wird, das lebhafte Getümmel der Spermatozoen und das passive Rollen der Eier blieben aus. Grosse Mengen von Geschlechtszellen erhielt ich dadurch, dass ich die fruktifizierenden Thallusabschnitte auf Löschpapier legte, welches mit verdünntem Meerwasser (z. B. 2 : 1 Süsswasser) oder gar mit süssem Leitungswasser getränkt war. Ebenso wie man z. B. die Tetrasporen von Florideen durch Behandlung mit hypotonischen Lösungen zum Austreten bringen kann, gelingt es auch auf dem gleichen Wege *Fucus*-Eier und -Spermatozoen in grosser Menge zu gewinnen: sowohl auf der unteren, benetzten Seite, als auch auf der gegenüberliegenden, oberen treten schon nach wenigen Stunden päckchen- und häufchenweise die Geschlechtszellen aus. Sie erwiesen sich ebenso befruchtungs- und bewegungsfähig, wie die ohne künstliche Hilfsmittel gewonnenen.

Die Eier von *Fucus platycarpus* und noch mehr die von *F. serratus* haften sehr fest auf dem Objektträger und verändern auch bei kräftigem Schütteln der auf ihm stehenden Kulturtropfen nur ausnahmsweise ihre Lagerung, so dass auch ohne Anwendung von Gelatine die Lagerung der Eier hinreichend fixiert schien[1]). Es stellte sich heraus, dass das Licht sowohl bei *Fucus serratus* als auch bei *F. platycarpus* die ersten Keimungserscheinungen in dem oben angeführten Sinn bestimmt. Wodurch es veranlasst sein mag, dass bei ROSENVINGE's Versuche die Eier von *Fucus serratus* durch einseitige Beleuchtung nicht beeinflusst wurden, vermag ich nicht anzugeben. Allerdings gilt für beide Arten, dass, wie schon ROSENVINGE angibt, nicht alle Exemplare in der Richtung ihrer Keimungsachse als vom Licht bestimmt sich erkennen lassen. Viele Eier bilden ihre Rhizoidanlage nicht an dem beschatteten Pol, sondern die Anlage erscheint nach den vom Licht gestreiften Flanken hin verschoben, oder es bildet sich die zum Rhizoid auswachsende Papille an der belichteten Hemisphäre aus. Dass eine unzureichende Methode in in der Abblendung alles seitlich auffallenden Lichtes das unterschiedliche Verhalten der verschiedenen Eier bedingt habe, halte ich

1) WINKLER (a. a. O.) fixierte die *Cystosira*-Eier in dünner Gelatine. In der von mir in Helgoland angewandten gingen die *Fucus*-Eier fast durchweg zugrunde und kamen nur ausnahmsweise zur Keimung.

nicht für wahrscheinlich, da an achtundvierzigstündigen Kulturen die allmählich heranwachsenden Rhizoiden alle einander parallel von der Lichtquelle sich fortgewandt hatten. Der richtende Einfluss auf das Wachstum der Rhizoids wirkt ausnahmslos an allen Exemplaren; bei der Anlage des Rhizoids sind Abweichungen in vielen Kulturen sehr zahlreich, in anderen seltener. Vielleicht hat der Reifezustand der Eier Einfluss auf ihre Reaktionsfähigkeit.

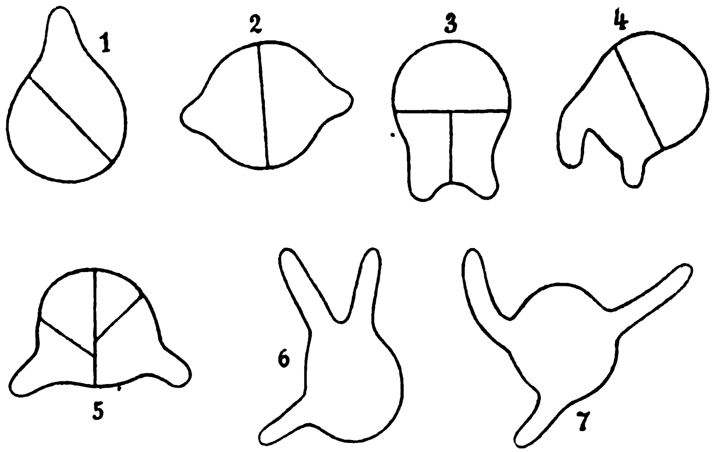
Dass bei *Fucus*-Eiern auch andere äussere Faktoren einen richtenden Einfluss auf die Anlage des Rhizoids haben, ist sehr wahrscheinlich. Wenigstens sprechen dafür ROSENVINGE's Beobachtungen, nach welchen die in Gruppen zusammenliegenden Eier ihre Rhizoiden stets an der Innenseite anlegen. Nicht nur bei Dunkelkulturen, sondern auch bei belichteten beobachtete ich diese Art der Orientierung; sehr oft bleiben die acht aus einem Oogonium stammenden Eier nahe bei einander liegen und entwickeln dann stets eine einwärts orientierte Rhizoidanlage, so dass von der Wirkung des sie einseitig bestrahlenden Lichtes überhaupt nichts mehr erkennbar ist. Auch dann, wenn grössere, acht bis zehn oder mehr Eier enthaltende Gruppen gebildet werden, tritt dieselbe Erscheinung auf. Ob dabei ungleiche Verteilung des Sauerstoffes eine Rolle spielt, wie ROSENVINGE will, oder ob es sich um die Wirkung von Stoffwechselprodukten oder um die ungleicher Kohlensäureverteilung handelt, konnte ich mit den in Helgoland mir zu Gebote stehenden Mitteln nicht näher prüfen.

Auf die Frage nach der Art der vom Lichte oder anderen äusseren Faktoren ausgehenden richtenden Wirkungen lässt sich zur Zeit nur mit verschiedenen Möglichkeiten antworten, die WINKLER auch gegen einander abwägt. Da auch im Dunkeln die *Fucus*-Eier keimen und in gleicher Weise wie belichtete Exemplare einen Rhizoidpol entwickeln, da ferner auch unter den oben geschilderten einseitig belichteten Exemplaren sich solche fanden, die ihre Rhizoidpapillen nicht auf der beschatteten Seite anlegten, so darf gefolgert werden, dass irgend welche im Ei selbst liegende wirksame Faktoren dem ursprünglich wohl isotropen Ei eine Polarität aufnötigen, die in den bekannten Wachstumerscheinungen und bei der Anlage der ersten Querwand ihren Ausdruck findet. In diesem Sinne haben auch FARMER und WILLIAMS[1]) gefolgert. ROUX hat nun für das Froschei gezeigt, dass die erste Teilung des Furchungskernes in der Kopulationsrichtung erfolgt[2]). Es wäre sehr wohl möglich, dass die

1) Contributions to our knowledge of the Fucaceae: their life history and cytology (Philos. Transact. Roy. Soc. Bd. 190, 1898, p. 623); zitiert nach WINKLER a. a. O.

2) Beiträge zur Entwicklungsmechanik des Embryo. Nr. 4. Die Bestimmung der Medianebene des Froschembryo durch die Kopulationsrichtung des Eikernes und des Spermakernes. (Arch. für mikrosk. Anatomie, Bd. 29, 1887, S. 157).

Polarität, die sich z. B. an den im Dunkeln gehaltenen *Fucus*-Eiern bei ihrer Keimung äussert, mit diesen „inneren“ Faktoren zusammenhängt, und die Kopulationsrichtung bestimmend für die Richtung der ersten Wand wird. Auch für die bei Belichtung keimenden Eier und auch für die von WINKLER studierten Fälle liesse sich dieselbe Annahme verteidigen, wenn wir weiterhin annähmen, dass der im befruchteten Ei enthaltene Kern vor seiner Teilung im Ei sich zu drehen vermöchte und bei seiner Drehung und Einstellung dem richtenden Einfluss äusserer Faktoren zugänglich wäre. Diese Annahme wird nicht allzu kühn erscheinen, da solche Kerndrehungen von AUERBACH[1]) am *Ascaris*-Ei direkt beobachtet und von ROUX




für das Froschei auf Grund sicherer Argumente erschlossen worden sind; AUERBACH beschrieb Drehungen des Zellkerns, die unter typischen Verhältnissen beobachtet wurden, während ROUX durch bestimmte experimentelle Eingriffe eine Einstellung des Kerns hervorrufen konnte. GIESENHAGEN[2]) diskutiert bereits bei Besprechung der ROSENVINGE-WINKLER'schen Versuche, sowie der bekannten STAHL'schen Beobachtungen an *Equisetum*-Sporen[3]) die Möglichkeit einer Kerndrehung, und ich glaube, dass die von ihm geäusserte Vermutung durch ROUX' Beobachtungen und Experimente gut gestützt wird.

---

1) Organologische Studien 1874.

2) Studien über die Zellteilung im Pflanzenreiche. Stuttgart 1905. Vgl. besonders S. 41.

3) Einfluss der Beleuchtungsrichtung auf die Teilung der *Equisetum*-Sporen. Ber. der Deutschen Botan. Ges. Bd. III, 1885, S. 334.

Angenommen, dass wirklich zwischen der Kopulationsrichtung und der ersten Teilung im *Fucus*-Ei dieselben Beziehungen bestünden, wie sie ROUX für das Froschei festgestellt hat, so dürfte doch nur ein Teil der uns hier interessierenden Veränderungen am keimenden Ei mit dem Kopulationsvorgang in Verbindung gesetzt werden. Wir haben bisher nur von denjenigen Fällen gesprochen, in welchen die durch das junge Rhizoid des keimenden Eies gelegte Achse des letzteren senkrecht auf der ersten Querwand steht. Dieses Verhältnis ist in der Tat das typische; es fehlt aber durchaus nicht an Ausnahmen von dieser Regel: sehr oft wird die Querwand des Eies schiefwinklig von der Keimungsachse geschnitten. Ich habe in meinen *Fucus*-Kulturen solche atypischen Keimlinge zwischen typischen in grosser Zahl vorgefunden (vgl. Textfigur 1; auch bei ROSENVINGE sind solche Fälle berücksichtigt, Fig. a. a. O. S. 58); sie beweisen, dass die Achse der Kernspindel (während der Membranbildung) nicht unbedingt mit der Keimungsachse zusammenzufallen braucht, und führen uns dadurch zu der Annahme, dass die Faktoren, welche das lokale, zur Rhizoidbildung führende Wachstum bestimmen, nicht schlechterdings dieselben sind wie diejenigen, welche der Kernspindel und der ersten Querwand ihre Richtung geben.

Ferner: Beim typischen Verlauf der Dinge entsteht nur eine Rhizoidpapille am keimenden Ei. Auch von dieser Regel habe ich in *serratus*- und *platycarpus*-Kulturen zahlreiche Ausnahmen angetroffen; es kann (vgl. Textfigur 2 bis 5) an jeder Hälfte des Eies — auf die erste Querwand bezogen — je ein Rhizoid entstehen, — oder es liegen zwei Rhizoidanlagen in einer Eihemisphäre nebeneinander (Fig. 3 und 4), — oder es entstehen sogar drei Rhizoiden in beliebiger Verteilung an der Eioberfläche (Fig. 6 und 7). Bei den in Fig. 2 und 5 dargestellten Fällen[1]) sind die durch die erste Querwand voneinander getrennten Eihälften einander gleich, jede Blastomere entwickelt einen Wurzelpol, und wenn es gelänge, die beiden Blastomeren voneinander zu trennen, so würde zweifellos aus jeder ein typischer *Fucus*-Keimling sich entwickeln[2]). Der in Fig. 5 dargestellte Fall lässt vermuten, dass Anteile beider Furchungshälften zur Bildung des Sprosspoles sich vereinigen können. Beim typischen Verlauf der Furchung verbindet sich mit der Bildung der ersten Querwand die „Entscheidung“ über das Entwicklungsschicksal der beiden Eihälften; in abnormalen Fällen aber sehen wir beide $^1/_2$-Blastomeren in gleichem Sinne nebeneinander sich entwickeln

1) Ihnen entsprechen die von ROSENVINGE (a. a. O. S. 123) erwähnten „plantules à deux rhizoides diamétralement opposés.

2) Vgl. MORGAN: Half-embryos and whole-embryos from one of the first two blastomers of the Frog's Egg. Anatom. Anzeiger, 1895, Bd. X.

und finden in ihnen den Beweis dafür, dass die Teilung als solche nach beiden Hälften die gleichen Entwicklungsmöglichkeiten lassen kann. Die „prospektive Potenz“ der Blastomeren (DRIESCH) oder ihr „entwicklungsmechanisches Vermögen“ (ROUX) ist das gleiche, und das gefurchte Ei, mit DRIESCH zu sprechen, ein äquipotentielles System. Letzteres gilt auch wohl für das Ei in weiteren Furchungsstadien: in den durch Fig. 6 und 7 veranschaulichten Fällen[1]) wachsen drei Zellen zu Rhizoiden aus, und mehrere Male konnte ich Keimlinge finden, welche noch ein viertes, allerdings nur kurzes, stummelähnliches produzierten. Sie machen es in hohem Mass wahrscheinlich, dass auch in späteren Stadien der Furchung alle Blastomeren noch gleiche Potenzen haben.

Es wäre nun von grossem Interesse zu erfahren, welche Faktoren beim typischen Verlauf der Keimlingsbildung die typische Ausbildung eines Rhizoids herbeiführen. Meine Untersuchungen haben nur bescheidene Beiträge zur Lösung der Frage geliefert: es ist mir gelungen, den Prozentsatz der mit doppeltem oder dreifachem Rhizoid ausgestatteten Keimlinge bis auf 15 zu steigern. Das geschieht einfach dadurch, dass man die befruchteten, umhäuteten Eier leicht plasmolysiert; man überträgt sie in eine hypertonische Meersalzlösung oder lässt das Wasser der Kulturschälchen langsam eindunsten. Die Eier bleiben tagelang in der plasmolysierenden Lösung am Leben; es treten an ihnen keinerlei Wachstumserscheinungen ein. Überträgt man die Keimlinge hierauf in Meerwasser von normaler oder unternormaler Konzentration, so tritt binnen 24 Stunden Keimung ein; die meisten Exemplare fallen normal aus, gegen 15 vom Hundert zeigen die geschilderten Abweichungen. Alle anderen von mir angewandten Mittel – Licht und Dunkelheit, abnormale chemische Zusammensetzung des Meerwassers, Anwendung hypotonischer Salzlösungen, Anästhetica wie Äther und Chloroform u. a. m. — erwiesen sich als einflusslos auf die uns interessierenden Gestaltungsvorgänge.

Das Ergebnis der Versuche besteht in der Feststellung, dass durch osmotische Störungen die Regulationen, welche beim „normalen“ Verlauf der Entwicklung einen typischen Keimling zustande kommen lassen, wenigstens stellenweise gehemmt oder aufgehoben werden und mehrere Blastomeren gleiche Entwicklung erfahren. Es ist möglich, dass auch beim normalen Entwicklungsgang osmotische Verhältnisse im Ei bestimmend für den Ort der Rhizoidbildung sind, und die Annahme wäre mit dem für *Fucus*, *Pelvetia* und *Cystosira* er-

1) Die Zeichnungen sind — wie schon die Länge der Rhizoiden verrät — nach mehrtägigen Keimlingen angefertigt, deren Körper schon sehr zahlreiche Teilungen erfahren hat.

mittelten richtenden Einfluss des Lichtes wohl vereinbar. Die Versuche, die ich in Helgoland anstellen konnte, reichten aber zur näheren Analyse des Vorgangs nicht aus, so dass eine Prüfung meiner soeben geäusserten Annahme nicht über die ersten Anfänge hinausgekommen ist.

Halle a. S., Botanisches Institut der Universität.

---

## 80. B. Němec: Über inverse Tinktion.

Eingegangen am 27. November 1906.

Wir besitzen in der botanischen Mikrotechnik keinen Farbstoff, der auf die Dauer spezifisch die Stärkekörner tingieren würde und den man besonders ohne weiteres zur Färbung von Mikrotomschnitten, die in Paraffin eingebettet waren, benützen könnte. Zwar kann man bei dem FLEMMING'schen Safranin-Gentiana-Orange-G. (oder mit Gentianaviolett überhaupt) ziemlich gute Tinktionen der Stärkekörner bekommen, dieselben sind jedoch schwach und nicht immer scharf genug, um die Verteilung der Stärke in der Zelle auffallend zu machen.

Ich habe vor zehn Jahren verschiedene Tinktionen probiert, um mich über ihre Anwendbarkeit in der botanischen Mikrotechnik zu überzeugen. Da handelte es sich unter anderem auch um die Tinktion von plasmatischen Differenzierungen, die sich sonst nicht oder nur schwach färben. Ich hegte die Hoffnung, dass das RAWITZ'sche Tannin-Brechweinstein-Verfahren zum Ziele führen könnte und probierte es am botanischen Material mit mehreren Farbstoffen aus. Doch musste das Verfahren modifiziert werden, um die Entstehung der lästigen Niederschläge zu vermeiden und den ganzen Prozess eventuell zu verkürzen. Seit jener Zeit benutze ich häufig diese inverse Tinktion, und zwar speziell zur Tinktion der Stärkekörner. Zehn Jahre alte Präparate haben bis heute ihre wunderschönen Tinktionen behalten, so dass sich die Tinktion auch als dauerhaft erwiesen hat. Ich teile das Verfahren mit, weil ich dazu von mehreren Seiten aufgefordert wurde und weil ich der Meinung bin, dass es zu bestimmten Zwecken auch bei anderen Botanikern Aufnahme finden wird.

RAWITZ benutzte zur Umkehrung der Tinktion eine Beizung der Präparate mit 20 pCt. wässeriger Tanninlösung und nachherige Behandlung mit 1—2 pCt. Brechweinstein. Färbt man dann die Präparate mit alkoholischer Fuchsin- oder Safraninlösung oder mit Gentianaviolett, Smaragdgrün usw., so wird hauptsächlich das Plasma gefärbt, sowie das Linin der Zellkerne, das „Chromatin“ bleibt ungefärbt. Es tritt tatsächlich eine umgekehrte Färbung ein (vgl. RAWITZ, Leitfaden der histol. Unters., 1895, STRASBURGER, Das botanische Praktikum, IV. Aufl. 1902, S. 726). In der zoologischen Mikrotechnik fand dieses Verfahren keine grosse Verbreitung, ich las Klagen über seine Unsauberkeit. Es wurde durch die HEIDENHAIN'sche Beizungsmethode ganz unterdrückt.

Ich habe inverse Tinktionen an Objekten vorgenommen, die entweder mit Pikrin-Eisessig-Schwefelsäure (das Quantum der Schwefelsäure sollte für jedes Objekt ausprobiert werden, man darf von derselben nicht zu viel nehmen), oder mit Chromsäure oder schliesslich mit FLEMMING'scher Lösung (Chrom-Osmium-Essigsäure) fixiert wurden. Sie ergab gleich gute Resultate, doch ist zu bemerken, dass mit Osmiumsäure fixierte Präparate vorher sehr gut mit Terpentin oder Wasserstoffsuperoxyd zu behandeln sind. Die Mikrotomschnitte kommen (nach vorheriger Überführung in Wasser) zunächst in eine 2 pCt. wässerige Tanninlösung, wo sie 10 bis 60 Minuten verbleiben. Hierauf werden sie etwa eine Minute in Wasser gewaschen und kommen auf 5 bis 15 Minuten in 1,5 pCt. wässerige Brechweinsteinlösung. Sie werden dann in mehrmals gewechseltem Wasser gut ausgewaschen (1 bis 3 Minuten genügen) und kommen hierauf in die Farbstofflösung, z. B. in wässerige Gentianaviolettlösung. Das Auswaschen nach der Brechweinsteinbehandlung ist unbedingt nötig, da sonst im Präparate Niederschläge entstehen, die kaum mehr zu entfernen sind. In der Farbstofflösung verbleiben die Schnitte etwa 30 Minuten, doch schadet ihnen auch ein längerer Aufenthalt nicht. Sodann werden die Schnitte etwa 5 Minuten lang im Wasser gewaschen, durch Alkohole von steigender Konzentration in absoluten Alkohol gebracht, wo man sie solange lässt, bis keine auffallenden Farbstoffwolken mehr entweichen. Sie werden dann schnell in Terpentin, aus diesem in Xylol gebracht und in Canadabalsam eingebettet. Die Entfärbung im Alkohol geht meist schnell vor sich, sie dauert kaum länger als 5 Minuten. Man kann somit etwa in einer Stunde mit der ganzen Färbung fertig sein; wenn man also Glaskästen zur gleichzeitigen Behandlung von mehreren Präparaten anwendet, so ist es eigentlich eine sehr schnelle und bequeme Methode.

Was erzielt man nun mit dieser inversen Färbung? Das Cytoplasma erscheint schwach grau oder violett gefärbt, ebenso die achro-

matischen Bestandteile der Teilungsfiguren. Die Kerne, sowie die Chromosomen bleiben ungefärbt. Die zellulösen Zellwände sind schwach violett gefärbt, stärker erscheinen verschleimte Zellwände tingiert. Was jedoch sofort an solchen Präparaten ins Auge fällt, das sind die sehr stark violett tingierten Stärkekörner. Die Leukoplaste sind grau, kaum stärker wie das Cytoplasma gefärbt.

Die Tinktion der Stärkekörner ist sehr rein, scharf und spezifisch, und da das Cytoplasma nur schwach grau gefärbt erscheint, so sind sie sehr auffallend, und ihre Verteilung in der Zelle lässt sich sehr bequem studieren. Keine andere Methode gibt so prägnante und spezifische Tinktion der Stärkekörner wie die inverse.

Man kann auch Präparate erzielen, wo das Cytoplasma ganz ungefärbt bleibt, wogegen die Stärkekörner leuchtend violett erscheinen, und zwar dann, wenn man bloss mit 2 pCt. Tannin beizt. Man kann etwa 30—60 Minuten die Schnitte beizen, hierauf in Wasser auswaschen und auf 30—60 Minuten in wässeriges Gentianaviolett übertragen. Die Differenzierung im Alkohol muss vorsichtig geschehen, damit man nicht allzu viel entfärbe. Doch passiert dies selten. Es ist am besten, wenn man die schwächeren Alkohole rasch wechselt und die eigentliche Entfärbung im absoluten Alkohol sich vollziehen lässt.

Will man hingegen das Cytoplasma stärker färben (wobei natürlich die Tinktion der Stärkekörner nicht so auffallend wirkt), so muss man die Schnitte länger im Brechweinstein lassen. Für gewöhnlich bietet dies keine Vorteile, da das Cytoplasma einen mehr schmutzigvioletten Ton annimmt. Je länger die Präparate im Brechweinstein verbleiben, desto stärker wird das Cytoplasma (sowie die achromatischen Bestandteile der Teilungsfiguren) gefärbt.

Man kann diese Methoden auch mit einer Tinktion der Zellkerne sowie der Chromosomen verbinden. Man durchfärbt z. B. vor dem Einbetten in Paraffin die Objekte mit Parakarmin. Die Kerne behalten dann auch während der inversen Tinktion ihre schön rote Farbe. Oder man färbt Schnitte von ungefärbten Objekten mit Fuchsin-S und tingiert dann invers; da sich dann in Brechweinstein die Fuchsintinktion sehr schön differenziert, so dass fast nur Kerne tingiert bleiben, so bekommt man auf diese Weise sehr schöne Doppelfärbungen. Oder man färbt die Schnitte nach der HEIDENHAIN'schen Methode, hierauf tingiert man invers. Man bekommt schwarz strukturierte Kerne und schwarzgraues Cytoplasma, in dem sich leuchtend violette Stärkekörner befinden.

Die schönsten Resultate gibt Gentianaviolett. Man kann aber auch mit grossem Vorteil Safranin (wie es im FLEMMING'schen Verfahren angewendet wird) benutzen. Nach einer successiven Beizung mit Tannin und Brechweinstein bekommt man sehr schöne Cyto-

plasmatinktion, die achromatischen Figuren erscheinen äusserst klar und auffallend. Die Stärkekörner treten nicht ganz prägnant hervor, obzwar sie immerhin gut zu sehen sind. Beizt man hingegen tüchtig bloss mit Tannin, so bekommt man eine ebenso reine und exklusive Tinktion der Stärkekörner wie mit Gentianaviolett. Auch Smaragdgrün kombiniert mit Fuchsin-S gibt schöne Bilder.

Mit Hilfe der eben beschriebenen Methode bekommt man unübertrefflich klare Bilder der Verteilung von Stärke in der Zelle oder in einem ganzen Organ. Ich habe dieselbe bei meinen Statolithenstudien in der letzten Zeit mit einem grossen Erfolg benutzt, sie gibt überraschend schöne Bilder. Zweitens hat sie mir sehr gute Dienste beim Studium der Verteilung der Stärkekörner in der Zelle während der Kernteilung geleistet. Dieses Thema ist noch wenig studiert worden, und es wird uns manchen Aufschluss über die Umlagerungen geben, die während der Kernteilung in der Zelle stattfinden. Ich verweise nur auf die Teilungen, welche in den Pollenmutterzellen von *Larix decidua* vor sich gehen, wo die Stärke samt ihren Leukoplasten während der Teilung ganz gesetzmässige Umlagerungen erfährt. Weiter lässt sich die Methode sehr gut da anwenden, wo es sich um das Studium der Entstehung der Stärke in Amyloplasten handelt, denn die Stärke wird schon als ganz winziges Körperchen scharf und satt gefärbt.

Schliesslich sei darauf hingewiesen, dass man mit Hilfe der inversen Methode äusserst klar auch Pilzhyphen in den Zellen tingieren kann. Ihre Wände tingieren sich nämlich ebenso stark wie Stärkekörner, so dass sich ihr Verlauf sehr gut verfolgen lässt. Besonders gute Dienste hat mir diese Methode beim Studium der Mykorrhiza in *Neottia*-Wurzeln geleistet. Doch scheint es mir, dass sich nicht Pilzhyphen aller Arten werden so spezifisch tingieren lassen. An *Uromyces pisi* hat mir die inverse Methode nur mittelmässige Resultate ergeben, ebenso an *Ustilago Tragopogonis*. Die Präparate, welche ich von *Neottia*-Wurzeln hergestellt habe, sind jedoch überraschend klar.

Prag, Pflanzenphysiolog. Institut der k. k. böhm. Universität.

BAND XXIV. JAHRGANG 1906. HEFT 10.

# BERICHTE

DER

# DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

VIERUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 10.

MIT TAFEL XXII—XXIV.

AUSGEGEBEN AM 24. JANUAR 1907.

BERLIN,

GEBRÜDER BORNTRÆGER,

1906.

# Inhaltsangabe zu Heft 10.



**Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:**

**Freitag, den 25. Januar 1907,**

abends **7** Uhr,

**im Hörsaale des Schwendener'schen Botanischen Instituts,**

Dorotheenstr. 5, I.

# Sitzung vom 28. Dezember 1906.

Vorsitzender: Herr S. SCHWENDENER.

---

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

**Kränzlin,** Dr. **Fr.,** Professor, in **Berlin C.,** Klosterstr. (durch A. ENGLER und I. URBAN),

**Boresch, Karl,** Demonstrator am pflanzenphysiologischen Institut der k. k. deutschen Universität in **Prag, III,** Brückengasse 55 (durch H. MOLISCH und A. NESTLER),

**Mrazek, August,** stud. phil. in **Prag, III,** Wendische Gasse Nr. 346 (durch H. MOLISCH und A. NESTLER),

**Beccarini,** Dr. **Pasquale,** Professor und Direktor des botanischen Gartens in **Florenz,** Reale Orto botanico, via Lamarmora Nr. 6$^{bis}$ (durch R. PIROTTA und MATTIROLO).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

**Dennert,** Dr. **E.,** in **Godesberg a. Rh.,**
**Wehrhahn, W.,** in **Hannover,**
**Gassner,** Dr. **Gustav,** in **Dahlem** bei Berlin,
**Rehsteiner,** Dr. **Hugo,** in **St. Gallen.**

---

Die Gesellschaft betrauert den am 3. Dezember 1906 erfolgten Tod des seit dem Tage ihrer Gründung ihr angehörenden Mitgliedes

Herrn Geheimen Hofrat Dr. **E. Pfitzer,**

Professors der Botanik und Direktors des botanischen Gartens in Heidelberg. Zu den bekanntesten Vertretern unserer Wissenschaft zählend, bedarf es an dieser Stelle keiner besonderen Hervorhebung seiner Verdienste um die Wissenschaft und um das Gedeihen unserer Gesellschaft. Seinen Lebenslauf zu schildern bleibt einem später zu veröffentlichenden Nachrufe vorbehalten.

Zu Ehren des Dahingeschiedenen erhoben sich die in der Sitzung Anwesenden von ihren Plätzen.

# Mitteilungen.

## 81. L. Marchlewski: Zur Abwehr.

Eingegangen am 4. Dezember 1906.

Aus Anlass der Bekanntmachung seiner Studien über die Entmischung roher Chlorophyllextrakte vermittelst seiner Adsorptionsanalyse wird Herr TSWETT[1]) zu einer Bemerkung verleitet, die ich mit Stillschweigen nicht übergehen kann. Herr T. beklagt sich, dass einige Autoren die Entdeckung eines zweiten grünen Farbstoffs in rohen Chlorophylllösungen unrichtigermassen C. A. SCHUNCK und mir zuschreiben und glaubt diesen Umstand „wohl auf die Darlegungsweise M.'s und Sch.'s in der deutschen Mitteilung zurückführen zu müssen". „Der Leser, (sagt Herr T.) welcher SORBY's musterhafte Arbeit nicht kennt, kann leicht den Eindruck bekommen, man habe nur nach SORBY's Entmischungsmethode gearbeitet. SORBY's Arbeit wird nicht einmal zitiert! Keine neuen Beweise für Existenz oder Präexistenz des Chlorophylls $\beta$ sind indessen von den genannten Autoren erbracht worden. In der englischen Mitteilung derselben ist übrigens die Angelegenheit sachgemässer dargestellt."

Diese Sätze beweisen nur, dass Herr TSWETT den Inhalt der veröffentlichten Arbeit falsch wiedergegeben hat. Zunächst muss ich hervorheben, dass SORBY's Name in unserer deutschen Abhandlung[2]) nicht weniger als dreimal zitiert ist und dass an zwei Stellen die Entmischung der Chlorophylllösungen mittelst $CS_2$ direkt als „Methode von SORBY" gekennzeichnet wird.[3]) Dies wird genügen, um die Auslassungen des Herrn TSWETT in dieser Angelegenheit ins richtige Licht zu stellen.

Ebenso falsch ist die TSWETT'sche Behauptung, ich und SCHUNCK hätten „nur die Experimente von SORBY und die chemischen von HARTLEY wiederholt, und betreffend SORBY unglücklich wiederholt, da diese Forscher keine genügend reinen Substanzen erhielten und die richtigen Absorptionsverhältnisse der Chlorophylline $\alpha$ und $\beta$ in der blauvioletten Hälfte des Spektrums ihnen entgingen."

Der wirkliche Sachverhalt ist folgender: HARTLEY versetzte eine alkoholische Rohchlorophylllösung mit $Ba(OH)_2$, filtrierte von dem

1 Diese Berichte, 1906, p. 389.

2) Journ. für prakt. Chemie [2] 62 (1900), 247.

3) loc. cit. p. 254, 259.

bariumhaltigen Niederschlage ab und erhielt im Filtrate eine grünlich gelbe Lösung, die er als Lösung des „gelben Chlorophylls“ auffasste. Diese Lösung enthält thatsächlich den zweiten grünen Chlorophyllfarbstoff, den ich später Allochlorophyll[1]) benannte, neben gelben Farbstoffen der Xanthophyllgruppe. Die annähernde Reindarstellung dieses Farbstoffs gelang, indem die obigen „Filtrate einigemal mit $CS_2$ gewaschen wurden“, wobei ein Farbstoff resultierte, der nahezu ebenso grün war wie ein gewöhnlicher Chlorophyllextrakt, stark rot fluoreszierte und ein Band im Rot verursachte. Die Reindarstellung des Allochlorophylls (Chlorophyllins $\beta$) gelingt also nur, wenn man die HARTLEY'sche mit der SORBY'schen Methode kombiniert und zwar in Anwendung auf Lösungen, die gewöhnliches Chlorophyll überhaupt nicht mehr enthalten. Dies hat Herr T. aus mir unverständlichen Gründen verschwiegen, obwohl das genannte Verfahren uns zum erstenmal in den Stand setzte, den zweiten grünen Farbstoff frei von Chlorophyll und den Xanthophyllfarbstoffen zu untersuchen. Bezüglich der Präexistenz des Allochlorophylls in Rohlösungen muss ich den folgenden Satz unserer Abhandlung in Erinnerung bringen: „Um zu zeigen, dass dieser neue Farbstoff nicht etwa als Produkt der Einwirkung von $Ba(OH)_2$ auf das gewöhnliche Chlorophyll anzusprechen ist, haben wir versucht, den ersten nach der SORBY'schen Methode wenigstens teilweise zu isolieren und die nach beiden Methoden erhaltenen Resultate zu vergleichen.“ Das Resultat darf ich als bekannt voraussetzen.

Auf die durch keine experimentellen Beweise gestützten Bemängelungen unserer Äusserungen betreffs des Spektrums des Allochlorophylls und seiner relativen Menge in Rohchlorophylllösungen einzugehen halte ich nicht der Mühe wert.

Krakau, Chem.-medizinisches Laboratorium der Universität.

---

## 82. E. Lemmermann: Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen.

Eingegangen am 5. Dezember 1906.

### XXII. *Anabaena Levanderi* Lemm. nov. spec. *Synedra revaliensis* Lemm. nov. spec.

(Aus der botanischen Abt. des Städt. Museums in Bremen.)

Von Herrn Dr. GUIDO SCHNEIDER erhielt ich vor längerer Zeit eine Planktonprobe aus dem Obersee bei Reval[2]), die zahlreiche

1) Siehe Artikel „Blattgrün“. ROSCOE, SCHORLEMMER-BRÜHL VIII.

2) G. SCHNEIDER, Der Obersee bei Reval (Medd. af geogr. Fören. Finnland VII, 1905).

hübsche Planktonalgen enthielt, von denen zwei neu sind. Die genauere Liste der von mir konstatierten Formen wird Herr Dr. G. SCHNEIDER an anderer Stelle veröffentlichen. Ich gebe jetzt nur die Diagnosen der beiden neuen Formen.

### 1. *Anabaena Levanderi* Lemm. nov. spec.

Trichome einzeln, freischwimmend, fast gerade oder etwas gebogen, ohne Gallerthülle. Vegetative Zellen mit roten Körperchen im Innern, abgerundet zylindrisch, 4—6 μ breit und 11—33 μ lang. Endzelle abgerundet. Grenzzellen elliptisch oder fast kugelig, hyalin, 7—8 μ breit und 8—9,5 μ lang. Dauerzellen einzeln oder zu zweien, stets von den Grenzzellen entfernt liegend, anfangs fast kugelig, dann elliptisch und endlich abgerundet zylindrisch, 8—15 μ breit und 19—45 μ lang, mit glatter, hyaliner Aussenschicht.

Fundort: Obersee bei Reval (Plankton).

Die Alge erinnert wegen der langen Zellen lebhaft an *Aphanizomenon*, unterscheidet sich aber davon durch den Mangel der hyalinen, verlängerten Endzellen.

Die nächstverwandten Formen sind *Anabaena augstumalis* Schmidle[1]) und *var. marchica* Lemm.[2]) wie folgende Übersicht zeigt.

| | *A. augstumalis* Schmidle | *A augstumalis* var. *marchica* Lemm. | *A. Levanderi* Lemm. |
|---|---|---|---|
| Trichome | mit Gallerthülle | ohne Gallerthülle | ohne Gallerthülle |
| Vegetative Zellen | abgerundet zylindrisch oder tonnenförmig, 4 μ breit, 4—6 μ lang, ohne rote Körperchen (?) | abgerundet zylindrisch, 6.5 - 7 μ breit, 5,5 bis 9,5 μ lang, ohne rote Körperchen (?) | abgerundet zylindrisch, 4 6 μ breit, 11 - 33 μ lang, mit roten Körperchen |
| Grenzzellen | zylindrisch, 6 μ breit, etwas länger als breit | tonnenförmig, 8 - 9,5 μ breit, 11 - 14 μ lang | elliptisch oder fast kugelig, 7 - 8 μ breit, 8 - 9,5 μ lang |
| Dauerzellen | abgerundet zylindrisch, 7 μ breit, 25 - 56 μ lang | zylindrisch, 9,5—12 μ breit, 41 - 63 μ lang | anfangs fast kugelig, dann elliptisch, endlich abgerundet zylindrisch, 8—15 μ breit, 19—45 μ lang |

### 2. *Synedra revaliensis* Lemm. nov. spec.

Zellen zu 8 - 32 zu freischwimmenden, büscheligen, strahligen Kolonien vereinigt, 89—180 μ lang. Valvarseite linear, in der Mitte schwach angeschwollen, 1,5—2 μ breit, nach den Enden zu allmählich

1) Hedwigia 1899, S. 174, Taf. VII, Fig. 19.
2) Forschungsber. der biol. Stat. in Plön, XII. Teil, S. 147.

auf 0,5 μ verjüngt, an den Enden wieder auf 1 μ verbreitert und abgerundet. Pleuraseite linear, 2 μ breit, an den Enden verjüngt, quer abgestutzt, 1 μ breit. Querstreifen sind weder auf der Valvar- noch auf der Pleuraseite erkennbar. Chromatophoren als mehrere lange, schmale Platten der Pleuraseite anliegend, wenig auf die Valvarseite übergreifend, zuweilen sind nur zwei nebeneinanderliegende schmale Platten vorhanden. Kern zentral.

Fundort: Obersee bei Reval (Plankton); Loughs Conn and Cullin, Mayo (Irland)[1]).

Die Form gehört zum Subgenus *Belonastrum* Lemm., unterscheidet sich aber von allen bislang beschriebenen Formen durch die Grössenverhältnisse, die Gestalt und das Fehlen der Streifung.

## Übersicht.

I. Valvarseite nach den Enden zu verjüngt.

A. Enden der Valvarseiten etwas vorgezogen, zugespitzt

a) Zellen gerade.

α. Valvarseite 2,5—2,7 μ breit, 44—45 μ lang. 1 *S. actinastroides* Lemm.[2])

β. V. 3,5 μ breit, 34—44 μ lang. var. *opoliensis* Lemm.[3])

γ. K. 4 μ breit, 58—64 μ lang. var. *lata* Lemm.[4])

b) Z. etwas gekrümmt, 2,7—3,5 μ breit, 16 μ lang. var. *curvata* Lemm.[5])

B. Enden der Valvarseiten abgerundet, häufig erweitert.

a) Querstreifen vorhanden, Pleuraseite gleichbreit.

α. Enden kopfig, verbreitert. Valvarseite in der Mitte 2,5, an den Enden 1,3 μ breit. 2. *S. berolinensis* Lemm.[6])

β. E. nicht kopfig, nicht verbreitert. Valvarseite in der Mitte 2 μ, an den Enden 1 μ breit. var. *gracilis* Lemm.[7])

b) Querstreifen fehlen. Pleuraseite nach den Enden zu verjüngt. Valvarseite in der Mitte 1,5—2 μ breit, kurz vor den Enden 0,5 μ, an den Enden 1 μ breit. 3. *S. revaliensis* Lemm.

---

1) Trans. of the Irish Acad. Vol. XXXIII. Sect. B. Part II. S. 110; die von W. et G. S. West gefundenen Exemplare waren 170—180 μ lang, während die aus dem Obersee nur eine Länge von 89 - 95 μ hatten; ich fand aber in den mir von West gesandten Proben viele Exemplare von 112 μ Länge.

2) Ber. der deutsch. bot. Ges. 1900 S. 30.

3) l. c. S. 30.

4) l. c. S. 30.

5) l. c. S. 31.

6) l. c. S. 31; Forschungsber. der biol. Stat. in Plön XI. Teil, S. 310 Fig. 16.

7) Forschungsber. l. c. Fig. 17.

II. V. gleichbreit, an den Enden abgerundet, 1,3—2,5 μ breit, 12—16 μ lang . . . . . . . . . 4. *S. limnetica* Lemm.[1]

Alle diese Formen sind sowohl im Potamoplankton als auch im Limnoplankton aufzufinden.[2]) *Synedra actinastroides* Lemm. scheint freilich im Flusswasser relativ häufiger aufzutreten als im Seewasser; es gilt das besonders für die var. *opoliensis* Lemm.

Die Anordnung der Zellen zu strahligen Büscheln ist wohl als Anpassung an das pelagische Leben aufzufassen. In ähnlicher Weise sind auch die Kolonien von *Nitzschia asterionelloides* O. Müller[3]) *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* Grun., *Asterionella*, *Thalassiothrix* usw. aufgebaut.

---

## 83. E. Jahn: Myxomycetenstudien.

Mit Tafel XXII.

Eingegangen am 10. Dezember 1906.

### 5. Listerella paradoxa nov. gen. nov. spec.

Die Auffindung der hier beschriebenen sonderbaren Gattung ist den Herren O. JAAP in Hamburg und G. LINDAU in Berlin zu danken. Herr JAAP beobachtete am 2. November 1902 in Besenhorst bei Geesthacht in der Nähe von Hamburg auf *Cladonia rangiferina* (*Cl. silvatica*) kleine schwarze Punkte, die mit dem blossen Auge eben noch wahrnehmbar waren, und sandte die Flechten, falls etwa ein Parasit vorläge, zur Bestimmung an Prof. LINDAU. Dieser erkannte, dass es jedenfalls kein Pilz aus irgend einer der in Frage kommenden Gruppen sei, und schickte mir eine Probe zu mit der Anfrage, ob es sich nicht um einen Myxomyceten handele.

Der Bau der Sporangien, das Aussehen der Sporen und das merkwürdige Capillitium zeigten sofort, dass die schwarzen Punkte die Fruchtkörper eines bisher unbekannten Myxomyceten seien.

Auf dem Thallus der Cladonien sitzen die Sporangien, wie Fig. 1 zeigt, zerstreut; die meisten finden sich an den unteren, dickeren Stengeln, einzelne aber auch oben an den letzten Auszweigungen. Die grössten haben noch nicht 0,5 *mm* Durchmesser. Zwischen den reifen Sporangien habe ich vereinzelt auch unreife, gelblich weissliche gefunden. Sie waren vermutlich vor der völligen Reife eingetrocknet. Ihre Farbe macht es wahrscheinlich, dass das Plasmodium, das sie

---

1) Ber. der deutschen bot. Ges. 1900, S. 275; Forschungsber. l. c. S. 310 Fig. 15.
2) Ber. der deutschen bot. Ges. 1900, S. 27.
3) ENGLER, Bot. Jahrb. Bd. XXXVI, S. 175, Taf. II, Fig. 1.

hervorgebracht hat, von gelblicher oder weisslicher Färbung gewesen ist.

Wenn man ein Sporangium vorsichtig mit dem Rasiermesser vom Thallus der *Cladonia* abhebt und durch Quetschen von den Sporen und den anhaftenden Hyphen der Flechte zu befreien sucht, erhält man ein Bild, wie es ungefähr Fig. 2 zeigt. Die eine Hälfte des Sporangiums ist beim Quetschen zerstört An dem übrig gebliebenen Teil erkennt man zunächst, dass die Peridie jedes Sporangiums durch Klappen aufspringt. Wie man sieht, sind rechts und links je eine einzipfelige und in der Mitte zwei zweizipfelige Klappen vorhanden. Wahrscheinlich sind zwei zweizipfelige Klappen beim Präparieren entfernt worden, so dass insgesamt sechs Klappen ausgebildet waren. Unter den Klappen kommen die merkwürdigen perlschnurartigen Faden des Capillitiums hervor.

In der Fig. 3 ist eine zweizipfelige Klappe stärker vergrössert wiedergegeben. Eigentlich hat sie, wie man sieht, sogar drei Zipfel. Es ist eine Aussenansicht. Die Membran der Klappe ist aussen von feinen Warzen und zahlreichen verklebten, schwärzlichen Auswurfstoffen bedeckt, die sich namentlich am Grunde zu dichteren Massen anhäufen und dort gleichsam eine zweite Aussenschicht der Haut bilden. Sie löst sich auch als solche von der eigentlichen Membran bisweilen ab. Gegen den Rand hin bleibt die echte Haut frei und durchsichtig. Hier erkennt man die Ansatzstellen des Capillitiums. Die Fäden sind bei der Präparation meist abgerissen. Man sieht jedoch, dass sie in regelmässigen Abständen unfern dem Rande entspringen. Ich glaube aus der Verteilung des Capillitiums an geöffneten Sporangien entnehmen zu dürfen, dass diese Stellen die einzigen sind, an denen die Fäden befestigt sind. Da die Klappen aber nur am Rande durchsichtig sind, so lässt sich nicht Genaues darüber ermitteln, ob nicht doch in der Mitte vereinzelte Fäden entspringen.

Der Rand der Klappen ist ein wenig verdickt. An den drei Zipfeln erscheint diese Verdickung als deutlicher Saum mit doppelter Kontur (vgl. Fig. 3). Die Färbung der Membran ist grau, mit schwachbräunlichem Tone.

Die Fäden des Capillitiums bieten einen merkwürdigen Anblick. Bei schwacher Vergrösserung erscheinen sie, wie Fig. 2 beweist, als lange Perlschnüre. Sehr stark vergrössert zeigen sie sich aus lauter kelchförmigen oder birnförmigen Gliedern zusammengesetzt. (Fig. 6.) Die Knoten sind am abgerundeten Ende ein wenig dunkler, die Stiele farblos.

Die beschriebene Skulptur hat der Faden nur in der Mitte und am Ende. Nahe der Ansatzstelle entwickelt sich die Gliederung erst allmählich, und zwar kommen hier Fäden von zweierlei Art

vor. Entweder (Fig. 4) ist der Faden zunächst doppelt so dick wie die normalen und dunkel gefärbt. Es treten an ihm Einschnürungen auf, die sich in helle Stiele und dunkle Knoten gliedern und ganz allmählich schmäler werden und die Kelchgestalt annehmen. Oder (Fig. 5) der Faden ist von Anfang an heller gefärbt, die Knoten entwickeln sich ziemlich schnell aus kragenartigen Einschnürungen und erreichen sehr bald die Gestalt der Fig. 6. Nur solche Fäden, die an den Zipfeln der Klappen entspringen, besitzen zunächst, so viel ich gesehen habe, die Skulptur der Fig. 5; die andern am Rande entstehenden sind breiter und am Grunde nach der Fig 4 skulpturiert.

Die Sporen sind 7—8 $\mu$ gross, von bräunlichgrauer Färbung. Die Sporenmembran ist fast ganz glatt, nur bei Anwendung sehr starker Linsen sieht man vereinzelte schwache Warzen. Wie bei vielen Myxomyceten ist sie an einer Stelle viel weniger verdickt als ringsum (Fig. 7). Hier reisst sie bei der Keimung der Sporen auseinander. Zum Keimen habe ich die Sporen nicht bringen können. Sie waren schon vier Jahre alt, als ich sie in die Hände bekam.

---

Ich gebe dieser Form, die zweifellos eine neue Gattung darstellt, den Namen *Listerella*, zu Ehren ARTHUR LISTER's in London, damit der Name dieses Mannes, der sich um die Naturgeschichte der Myxomyceten so grosse Verdienste erworben hat, auch in der Bezeichnung einer Gattung erhalten bleibt. Die Diagnose ist folgende:

**Listerella nov. genus.**

*Sporangia sparsa, hemisphaerica, basi applanata, regulariter valvatim dehiscentia, atra, cc. 0,3 mm lata. Peridium simplex fuscescens tectum quasi altera membrana, quae ex eiectis granulis aliisque plasmodii purgamentis constituta est. Tubuli capillitii tenues, e margine valvarum enascentes, cateniformes, medii ex membris calyciformibus compositi. Sporidia pallide umbrina, fere laevia, 7—8 μ diam.*

Unica species: *Listerella paradoxa. In thallo Cladoniae rangiferinae.*

---

Schwer ist die Frage nach der Verwandtschaft der Gattung *Listerella* zu beantworten. Ein Capillitium, wie sie es hat, kommt bei keiner anderen Form vor. Nur finden sich verschiedentlich bei Physareen und Didymiaceen Knotenbildungen in den Fasern des Capillitiums, die sich sehr gut mit den kelchförmigen Gliedern in den Fäden der *Listerella* vergleichen lassen. Bei *Spumaria* hat LISTER in seiner Monographie ähnliche Bildungen des Capillitiums abgebildet; Verdickungen von verwandter Form finden sich auch bei *Didymium difforme*. Die Knoten in den Fäden von *Chondrioderma Trevelyani* sind von sehr wechselnder Gestalt, sind aber bisweilen deutlich kelchförmig.

Durch die Färbung der Sporen und vor allem durch die Klappenbildung erinnert *Listerella* andererseits sehr an *Licea minima*. Vor zwei Jahren erschienen in unserem Institut in einer Schale, in der Prof. REINHARDT altes Holz faulen liess, Sporangien von *Licea minima* in grossen Mengen. Ich habe eine der Klappen, mit denen die Sporangien dieser Art aufspringen, in Fig. 8 gezeichnet, weil sich nirgends zutreffende Abbildungen ihrer eigentümlichen Skulptur finden. Man sieht, die Klappe hat rechts und links eine deutlich entwickelte Leiste, die von eigentümlichen Löchern durchsetzt ist. Sie wird nach vorn hin allmählich niedriger und geht in maschenartige Verdickungen über. Die Klappenmembran ist auf der Oberfläche von Körnchen und ringartigen Verdickungen besetzt, die aber alle hellbräunlich gefärbt sind und nicht den Eindruck von Auswurfstoffen machen. Wie bei *Listerella* ist auch hier in der Nähe des Randes eine glatte, durchsichtige Zone vorhanden.

Man kann aber trotz dieser Ähnlichkeiten *Listerella* weder zu den Didymiaceen, noch zu den Liceaceen stellen. Am besten betrachtet man sie als Vertreterin einer eigenen Familie, der Listerellaceen, deren einzige Art sie ist.

---

Ich glaube nicht, dass sie als Parasit auf *Cladonia* lebt. Wenn man einen Querschnitt durch ein Sporangium macht, so sieht man, dass es zwischen den äusseren lockeren Hyphen der Flechte angelegt ist, ohne eine von diesen gebräunt oder beschädigt zu haben. An einer Stelle sassen zwischen den Ästen der *Cladonia* trockene, braune Blattreste. Auch sie waren von Sporangien bedeckt. Wahrscheinlich lebt das Plasmodium in der Erde zwischen faulenden Blättern, wie das von *Leocarpus fragilis*, *Physarum virescens*, *Badhamia foliicola* und vielen anderer Arten. Zum Zweck der Sporangienbildung ist es dann an den Stengeln der Flechte emporgekrochen, ebenso wie das Plasmodium von *Leocarpus* häufig an Gräsern und Baumstämmen emporkriecht. Wahrscheinlich wird *Listerella* auch gar nicht selten sein. Aber bei der Winzigkeit und Unscheinbarkeit der Sporangien gehört eine Häufung besonderer Glücksumstände zu ihrer Entdeckung.

Berlin, Botanisches Institut der Universität.

---

**Erklärung der Abbildungen.**

Fig. 1. *Cladonia rangiferina.* Sp.: die Sporangien von *Listerella.* Nat. Grösse.
Fig. 2. Ein Sporangium auf den Hyphen der *Cladonia.* 200 : 1.
Fig. 3. Eine Klappe, stärker vergrössert. 1000 : 1.
Fig. 4. Faden des Capillitiums nahe der Ursprungsstelle. 3000 : 1.
Fig. 5. „ „ „ „ „ 2. Typus. 3000 : 1.
Fig. 6. „ „ „ Mittlerer Teil 3000 : 1.
Fig. 7. Sporen. 3000 : 1.
Fig. 8. Klappe von *Licea minima.* 450 : 1.

# 84. Julius Stoklasa, Adolf Ernest und Karl Chocenský: Ueber die anaërobe Atmung der Samenpflanzen und über die Isolierung der Atmungsenzyme.

Eingegangen am 14. Dezember 1906.

---

I.

Von meinen zahlreichen Untersuchungen über die anaërobe Atmung der verschiedenen Samenpflanzen, welche in unserer Versuchsstation unter Mitwirkung meiner Assistenten und Schüler binnen fünf Jahren ausgeführt worden sind, will ich heute Folgendes berichten:

Bei allen Versuchen bedienten wir uns nur besonders konstruierter Apparate[1]) und beobachteten alle Kautelen der Asepsis. Überdies berücksichtigten wir nur diejenigen Resultate bei welchen wir mit untrüglicher Sicherheit uns durch Gelatineplattenguss, sowie durch Impfung mit der Platinöse in Zucker-Bouillon überzeugt haben, dass sie unter völligem Ausschluss von Mikroben durchgeführt wurden und dass also die Zuckerrübenwurzeln (*Beta vulgaris*), die Kartoffeln (*Solanum tuberosum*), Gurken (*Cucumis sativus*), Bohnen (*Phaseolus vulgaris*), Wicken (*Vicia sativa*) und Äpfel (*Pirus Malus*) sich in einem vollends bakterien- und hyphomycetenfreien Milieu befanden. Auch hinsichtlich der anaëroben Bakterien haben wir uns nach der Methode FRÄNKL-HUEPPE von ihrer völligen Abwesenheit überzeugt. Daher können wir mit absoluter Bestimmtheit erklären, dass der Prozess der anaëroben Atmung der Pflanzenzelle eine unter Milchsäurebildung vor sich gehende alkoholische Gärung ist, deren Mechanismus in der Pflanzenzelle von der Art der in ihr vertretenen Kohlenhydrate abhängig ist. Aus all den gefundenen Resultaten geht sehr klar hervor, dass der anaërobe Stoffwechsel

---

1) Siehe: „Der anaërobe Stoffwechsel der höheren Pflanzen und seine Beziehung zur alkoholischen Gärung von JULIUS STOKLASA, JOH. JELINEK und EUGEN VÍTEK. Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie, Zeitschrift für die gesamte Biochemie, herausgegeben von FRANZ HOFMEISTER, Band III, Heft 11, Braunschweig 1903", ferner „Alkoholische Gärung im Tierorganismus und die Isolierung gärungserregender Enzyme aus Tiergeweben" erster Teil von JULIUS STOKLASA, unter Mitwirkung von F. ČERNÝ, JOH. JÉLÍNEK, EUGEN ŠÍMÁČEK und EUGEN VÍTEK, Archiv für die gesamte Physiologie, Band 101, Bonn 1904.

der Samenpflanzen im wesentlichen identisch ist mit der alkoholischen Hefegärung.

Wir finden ferner dasselbe quantitative Verhältnis zwischen Kohlendioxyd und Alkohol wie bei der alkoholischen Hefegärung.

Bevor ich noch zur Isolierung der glykolytischen Enzyme schreite, führe ich in übersichtlicher Zusammenstellung die Resultate der anaëroben Atmung der verschiedenen Organe der Samenpflanzen an.

Es ist hierbei zu bemerken, dass die Pflanzenorgane auf der Oberfläche sehr sorgfältig gereinigt wurden und durch 30 Minuten in einer 0,5 prozentigen Sublimatlösung sterilisiert, dann in sterilisiertem Wasser gewaschen, in sterilisierten Zylinder getan und die Eintragung derselben in die letzteren durch Verwendung der Flamme vor jeder Mikrobeninvasion möglichst geschützt wurden.

Die Zylinder wurden mit sterilisierten, gut anliegenden Pfropfen, die mit den in meinen zitierten Arbeiten beschriebenen Apparaten verbunden waren, verschlossen und die Verschlussstelle samt den Pfropfen durch Übergiessen mit geschmolzenem Paraffin völlig undurchlässig gemacht. Durch die Zylinder wurde reines Wasserstoffgas, und zwar zu 10 *l* innerhalb 24 Stunden, getrieben. Was die analytischen Methoden zur Bestimmung von Milchsäure, Alkohol und Kohlendioxyd anbelangt, so sind dieselben in meiner vorliegenden Arbeit über die Isolierung der Enzyme beschrieben.

Und nun gelangen wir dazu nachzuweisen, dass tatsächlich bei der anaëroben Atmung der Zuckerrübe usw. Milchsäure entsteht. Diese Versuche wurden mit grossen Quantitäten von Zuckerrüben, sowie Gurken, Kartoffeln und Bohnen ausgeführt.[1])

Die Pflanzenorgane wurden genau sterilisiert und in steriles destilliertes, durch Kochen von Luft befreites Wasser getaucht. Die Pflanzenorgane der genannten Samenpflanzen enthielten vor dem Versuche bloss minimale Mengen von Milchsäure.

Nach starker Gärung in dem sterilen Medium — denn es wurden keinerlei Mikroorganismen in demselben konstatiert — wurde sowohl aus dem Wasser, als auch aus den Pflanzenorganen durch Destillation Alkohol ausgetrieben. Zu dem Kolbeninhalt, bestehend aus dem Brei der Pflanzenorgane und aus dem Wasser, in welchem sich die betreffenden Pflanzenorgane befanden, wurde Kaliumkarbonat bis zur alkalischen Reaktion zugesetzt und hierauf der Alkohol abdestilliert.

---

1) Die analytischen Daten, welche tabellarisch zusammengestellt sind, findet man in meiner ausführlichen Arbeit betitelt „Über die glykolytischen Enzyme im Pflanzenorganismus“ in HOPPE-SEYLER's Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. IV und V 1907.

Nach Austreibung des Alkohols wurde sodann die Lösung mit Phosphorsäure angesäuert und die flüchtigen Fettsäuren mit Dampf ausgetrieben.

Nach Austreibung der flüchtigen Fettsäuren mit Dampf wurde hierauf in dem Kolbeninhalt die Milchsäure nach A. PARTHEIL bestimmt.

Die Milchsäure wurde durch zwei Tage mittels reinen Äthers ausgeschüttelt, welch letzterer in einen frischen Kolben zusammengegossen wurde. Nach vollständiger Ausschüttelung der Milchsäure wurde der Äther abdestilliert. Der Rest wurde sodann mittels kalten Wassers über einem kleinen Filter in ein Fraktionskölbchen abgeschweift, durch KOH neutralisiert und bis zur Trockene im Wasserbade abgedampft. Hierauf wurde das Fraktionskölbchen mit einem Nitrometer nach LUNGE (enthaltend eine 5 prozentige KOH-Lösung) verbunden, durch Hinzusetzung von konzentrierter $H_2SO_4$ unter schwachem Anwärmen die Reaktion eingeleitet und das sich entwickelnde Kohlenoxyd im Nitrometer aufgefangen.

Man wäscht das entwickelte Gas mit Kalilauge, um schweflige Säure und Kohlendioxyd zu entfernen, und liest nach erfolgtem Ausgleich von Temperatur und Druck das Volumen des entstandenen Kohlenoxyds ab. Die auf 0° und 760 *mm* Druck reduzierten Kubikzentimeter Kohlenoxyd ergeben, mit 0,0012507 multipliziert, das Gewicht des erhaltenen Kohlenoxyds, aus dem man die Milchsäure nach der Gleichung $\frac{CO}{28} : \frac{C_3H_6O_3}{90{,}06}$ = gefundene Menge: x durch Multiplikation mit 3,216 findet. Von der Gegenwart der Milchsäure haben wir uns in einem grösseren Versuche überzeugt, und zwar derart, dass wir die klare Lösung nach der Gärung mit Schwefelsäure ansäuerten und mit Äther ausschüttelten.

Der Rückstand liefert ein lösliches Bleisalz, welches sodann in Zinklaktat übergeführt wird. Das Zinklaktat wird hierauf in verdünntem Alkohol umkristallisiert und dann analysiert. Durch die UFFELMANN'sche Reaktion wurde tatsächlich die Milchsäure nachgewiesen.

Wir benützten weiters zum Milchsäurenachweis die vorzügliche Methode von H. BEHRENS, und zwar durch Bildung von Kobalto-Baryumlaktat. Die Formel $(C_3H_5O_3)_2$ Zn + 3 aqua verlangt 21,99 Zn, und wir haben durch einige Versuche 21,0 bis 22,1 Zn gefunden.

Bemerkenswert ist noch, dass die Destillate mit Alkohol einer mehrfachen Destillation unterworfen wurden, wobei jedesmal entweder aus der sehr schwach sauren oder sehr schwach alkalischen Lösung die Destillation vorgenommen wurde.

Zur Ansäuerung des Destillates wurde $^1/_{10}$-Normalschwefelsäure, zur Alkalisierung dagegen Kaliumkarbonat verwendet.

Nach sechsfacher Destillation unter strenger Identifizierung wurde ca. bis 20—25 *ccm* Aethylalkohol abdestilliert. Der Siedepunkt wurde mit 78—79° C. und das spezifische Gewicht mit 0,792—0,798 bei 15° C. gefunden.

Äusserst interessant erwies sich die Verfolgung des Prozesses bei den verschiedenen Pflanzenorganen, wo überall die Milchsäure quantitativ, wie bereits erwähnt, nach der Methode von A. PARTHEIL bestimmt wurde.

Ich betone hier nochmals ausdrücklich, dass wir vor der anaëroben Atmung in den Organen der Samenpflanzen bloss minimale Mengen von Milchsäure nachweisen konnten.

Wir haben durch mehrere Versuche konstatiert, dass tatsächlich bei der anaëroben Atmung der verschiedenartigen Organe der Samenpflanzen Alkohol und Kohlensäure Hauptprodukte sind und nebenbei sich immer eine gewisse Menge Milchsäure bildet.

1 *kg* Zuckerrübenwurzel, berechnet auf Trockensubstanz, entwickelt innerhalb 100 Stunden insgesamt bei anaërober Atmung bei einer Temperatur von 22° C.:

$$C_3H_6O_3 = 3{,}23\ g$$
$$C_2H_5OH = 10{,}32\ „$$
$$CO_2 = 9{,}56\ „$$

welche Quantitäten sowohl in der Lösung als auch in der Wurzel gefunden wurden.

Wir haben weiters konstatiert, dass 1 *kg* der Gurkenmasse in der Trockensubstanz binnen 100 Stunden der anaëroben Atmung nach mehreren Versuchen bei einer Temperatur von 20° C ergab:

$$C_3H_6O_3 = 8{,}24\ g$$
$$C_2H_5OH = 14{,}20\ „$$
$$CO_2 = 11{,}26\ „$$

Zum Schlusse führe ich noch die gefundenen Daten der anaëroben Atmung der Erbsensamen an: 1 *kg* der Erbsensamen auf Trockensubstanz berechnet ergibt innerhalb 100 Stunden bei einer Temperatur von 25° C.:

$$C_3H_6O_3 = 2{,}39\ g$$
$$C_2H_5OH = 15{,}68\ „$$
$$CO_2 = 13{,}06\ „$$

Es verdient ganz besonders erwähnt zu werden, dass die Versuche nur mit gut sterilisierten Gurken, Zuckerrüben und Erbsensamen angestellt worden sind und dass die Lösung in dem Zylinder, in welchem die anaërobe Atmung vor sich ging, immer rein und niemals getrübt war.

Die anaërobe Atmung der verschiedenartigen Organe der Samenpflanzen geht in der Weise vor sich, dass aus der aus den Hexosen gebildeten Milchsäure Alkohol und Kohlendioxyd entsteht.

Der Mechanismus der Gärung erfolgt nach der Gleichung:

$$CH_2OH(CHOH)_4 \cdot COH = 2CH_3 \cdot CHOH \cdot COOH$$

$$2CH_3 \cdot CHOH \cdot COOH = \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH_2}} \cdot OHCO_2CO_2\underset{\displaystyle CH_2 \cdot OH}{\underset{|}{CH_3}}$$

$$CO_2 = 48{,}9$$

$$C_2H_5OH = 51{,}1$$

Auf 100 Teile $CO_2$ entfallen 104,5 Teile Alkohol.

Unsere gewonnenen Resultate sind wie folgt:

Bei der anaëroben Atmung der Wurzel der Zuckerrübe fanden wir 113,4, 118,1, 107,9, 121,2, 101,7 und 98,5 gebildeten Alkohols.

Die Mengen des gebildeten Alkohols bei der anaëroben Atmung der Kartoffel sind folgende: 81,9, 109,7 und 114,8.

Bei der anaëroben Atmung der Äpfel konnten wir 122,2, 123,2, 78,3 und 90,2 gebildeten Alkohols konstatieren.

Bei der anaëroben Atmung der Bohne waren nachstehende Mengen des gebildeten Alkohols vertreten: 106,7, 103,7, 88 und 98,9.

Bei der anaëroben Atmung der Wicke konnten wir 109,8, 106,7 und 90,1 gebildeten Alkohols nachweisen.

Aus den hier angeführten Resultaten geht in der Mehrzahl hervor, dass der anaërobe Stoffwechsel der verschiedenartigen Organe der Samenpflanzen im wesentlichen identisch ist mit der alkoholischen Gärung.

## II.

Um die Intensität der aëroben und anaëroben Atmung erfrorener Pflanzenorgane festzustellen, haben wir uns der Abtötungsmethode durch niedrige Temperatur von W. PALLADIN, S. KOSTYTSCHEW, Fräulein T. KRASNOSSELSKY etc. bedient.[1])

In einen grossen Zylinder von 1 *l* Inhalt wurden die abgewogenen, frischen, reinen, ganzen (nicht zerriebenen) Pflanzenorgane gebracht, mittelst Kautschukpfropfen verschlossen und in einem Gefäss mit Kältemischung 24 Stunden belassen. Die durchschnittliche Temperatur während der vorerwähnten Zeit betrug —18° bis —25° C. Der Frierprozess verlief in einem kalten Zimmer einer Prager Eisanstalt. Die erfrorenen Pflanzenorgane wurden sodann in andere sterile Zylinder von gleichem Inhalt geschafft und mit 15 *g* Toluol benetzt.

Den hohen Zylinder von 7 bis 8 *cm* Durchmesser schliesst ein gut dichtender Kautschukpfropfen, der 4 *cm* tief in den Zylinder hineinragt.

---

1) W. PALLADIN: Die Arbeit der Atmungsenzyme der Pflanzen unter verschiedenen Verhältnissen, HOPPE-SEYLER's Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. XLVII, Heft 4, 5 und 6, 1906.

Durch den zweimal gebohrten Pfropfen führen zwei Glasröhren, von denen die zuleitende bis zum Boden des Zylinders reicht, während die ableitende des LIEBIG'schen Kühlers den unteren Rand des Pfropfens um 5 *cm* überragt.

Die Gase passiren nach dem Austritt aus dem Zylinder zuerst einen WINKLER'schen Absorptionsapparat, welcher sich in einem eiskalten Gefäss befindet, um die Toluoldämpfe, welche sich in dem LIEBIG'schen Kühler nicht kondensiert haben, aufzufangen, ferner zwei 25 *cm* hohe, 2,5 *cm* weite U-Röhren mit Kupfervitriolbimsstein, weiters ein drittes U-förmiges Rohr, welches Chlorcalcium enthält, das häufig erneuert wird. Das völlig getrocknete Kohlendioxyd passiert zuerst eine U-Röhre, welche mit ausgeglühtem Natronkalk gefüllt ist, sodann den mit Kaliumhydroxyd gefüllten GEISSLER'schen Apparat. Um die aus diesem entweichende ganz unbedeutende Menge Wasser und $CO_2$ aufzufangen, sind weiter mit festem Kaliumhydroxyd und Calciumchlorid gefüllte U-Röhren vorgelegt. Weiter rückwärts befindet sich noch ein U-förmiges Schutzrohr, dazu bestimmt, in der Luft enthaltenes Kohlendioxyd (und Feuchtigkeit) abzuhalten. Es ist mit Calciumchlorid und Kaliumhydroxyd gefüllt und mit dem Aspirator verbunden. Die oben erwähnten U-Röhren sowie der GEISSLER'sche Apparat wurden vor und nach dem Durchleiten der Gase gewogen. Natürlich wurde bei der anaëroben Atmung der Wasserstoff aus den Absorptionsapparaten durch $CO_2$-freie Luft ausgetrieben.

Die Pfropfen der Zylinder wurden durch Übergiessen mit geschmolzenem Paraffin völlig undurchlässig gemacht.

Um den Nachweis zu liefern, dass in dem Absorptionsapparat keine Toluoldämpfe vorhanden waren, wurde nach Abwiegen desselben $CO_2$-freie Luft durch die Absorptionsapparate durchgeleitet, und sodann die Apparate nochmals abgewogen. Durch den Zylinder wurde per Stunde 1 *l* keim- und kohlendioxydfreie Luft oder eventuell reiner Wasserstoff hindurchgeleitet.

Unsere hier deutlich beschriebenen Versuche wurden mit Zuckerrübe (*Beta vulgaris*) und mit Kartoffel (*Solanum tuberosum*) ausgeführt, und zwar liessen wir separat die Wurzel und separat das Blattwerk gefrieren. Von den Kartoffeln benützten wir die Knollen.

Zu diesen hier angeführten Versuchen ist noch zu bemerken, dass wir das ausgeatmete Kohlendioxyd so lange bestimmten, bis die Menge auf ca. 1 *mg* gesunken ist.

Durch das Erfrieren erstreckt sich der Atmungsprozess bloss auf einige Tage. Wir fanden im aëroben Zustande die grösste Intensität der Atmung binnen 48 Stunden. Dann sinkt sie allmählich, und nach 100 Stunden finden wir dann schon nur ganz minimale Quantitäten ausgeschiedenen Kohlendioxyds. Bei anaërober Atmung

sinkt die Intensität der Abscheidung des Kohlendioxyds viel rascher. Die grösste Energie fanden wir binnen 24 Stunden, sodann sinkt sie allmählich, und gegen 100 Stunden hört sie vollständig auf.

Wie wir weiter sehen werden, wird die Atmungsintensität bei der anaëroben Atmung neuerdings wieder hervorgerufen, wenn wir den Wasserstoffstrom durch Luftstrom ersetzen.

Das Blattwerk der Zuckerrübe der ersten, sowie zweiten Versuchsreihe atmet in aërobem Zustande natürlich viel energischer als in anaërober Weise.

Wir fanden, dass die Menge des Kohlendioxydes auf 100 *g* Trockensubstanz berechnet in einer Stunde durchschnittlich 19,8 *mg* beträgt. Im Wasserstoffstrom, also in anaërober Atmung konnten wir durchschnittlich in einer Stunde 7,8 *mg* Kohlendioxyd konstatieren.

In der zweiten Reihe der Versuche betrug die Menge des Kohlendioxydes auf 100 *g* Trockensubstanz berechnet in einer Stunde im Luftstrom 14 *mg*, im Wasserstoffstrom 8,9 *mg*.

Was die Atmung der Wurzeln anbelangt, so belief sich die Menge des Kohlendioxydes, auf 100 *g* Trockensubstanz berechnet, binnen einer Stunde bei der ersten Versuchsreihe im Luftstrom auf 5,2 *mg*. im Wasserstoffstrom auf 2,15 *mg*.

Bei der zweiten Versuchsreihe betrug die Menge des Kohlendioxydes auf 100 *g* Trockensubstanz berechnet innerhalb einer Stunde im Luftstrom 13,4 *mg*, im Wasserstoffstrom 6,3 *mg*.

Die oben angeführten Zahlen zeigen uns, dass das gefrorene Blattwerk viel energischer atmet als die Wurzeln der Zuckerrübe, was überdies mit den ungefrorenen Organen der Zuckerrübe im vollen Einklange steht.

Man möchte glauben, dass durch den Gefrierprozess der Organe der Zuckerrübe die Atmungsintensität derselben ungemein sinkt, wie aber aus den hier angeführten Daten der Experimente zu ersehen ist, bestehen keine grossen Differenzen. Nur ist die Atmung sehr kurz!

Die Atmungsintensität des Blattwerkes der nicht gefrorenen Zuckerrübe nach 92 Vegetationstagen bei 22° C. auf 100 *g* Trockensubstanz berechnet bei aërober Atmung beziffert sich pro Stunde auf 23 *mg* $CO_2$, bei anaërober Atmung auf 11 *mg* $CO_2$.

Die Atmungsintensität der ungefrorenen Zuckerrübenwurzel auf 100 *g* Trockensubstanz berechnet bei 22° C. nach 92 Vegetationstagen bei aërober Atmung pro Stunde beläuft sich auf 11 *mg*, bei anaërober Atmung auf 6 *mg* $CO_2$.

Bei der Atmung des gefrorenen Blattwerkes fanden wir im ersten Falle folgenden Quotienten: $\frac{An}{N} = 0{,}39$

im zweiten Falle einen solchen $\frac{An}{N} = 0{,}63$.

Bei den gefrorenen Zuckerrübenwurzeln finden wir nachstehende Verhältnisse:

Bei der Atmung der Wurzel der Zuckerrübe ergab sich im ersten Falle nachstehender Quotient: $\frac{An}{N} = 0{,}41$,

im zweiten Falle ein solcher $\frac{An}{N} = 0{,}47$.

Durch unsere zahlreichen Untersuchungen haben wir gefunden, dass das Verhältnis zwischen der anaëroben und aëroben Atmung der verschiedenartigen ungefrorenen Zuckerrübenwurzeln und zwar immer bei ein und derselben Wurzel bei drei verschiedenen Temperaturen 1—3°, 18—20° und 30—32° C. konstant bleibt.

Bei allen Atmungsexperimenten mit frischer Rübe bei verschiedenen Temperaturen hat sich ein Quotient von $\frac{An}{N} = 0{,}358$ bis 0,6 erwiesen.

Bei unseren Versuchen mit gefrorener Zuckerrübe ergab sich ein Quotient von $\frac{An}{N} = 0{,}39$ bis 0,63.

Wir ersehen daraus, dass die anaërobe zu der aëroben Atmung fast in demselben Verhältnisse steht wie bei den nicht gefrorenen Pflanzenorganen.

Das Konstantbleiben des Quotienten der anaëroben und aëroben Atmung hat sich auch bei den gefrorenen Organen der Zuckerrübe erwiesen.

Von grosser Wichtigkeit ist weiter, zu erforschen, ob sich bei der anaëroben Atmung der Organe der Samenpflanzen tatsächlich Alkohol gebildet hat. PALLADIN und KOSTYTSCHEW haben laut ihrer neuesten Arbeit, betitelt „Anaërobe Atmung, Alkoholgärung und Acetonbildung bei den Samenpflanzen“[1]) in der Tat Alkohol konstatiert.

Sie äussern sich daselbst wie folgt:

„Bei der anaëroben Atmung lebender und erfrorener Erbsensamen, *Ricinus*-Samen und Weizenkeime findet eine beträchtliche Alkoholbildung statt. Die anaërobe Atmung dieser Objekte ist also zum grössten Teil Alkoholgärung. Durch das bei unseren Versuchen in Anwendung gebrachte Gefrieren wurden die genannten Pflanzen getötet, die in ihnen befindliche Zymase wurde jedoch nicht zerstört.“

Die Ergebnisse der vorerwähnten Forscher können wir in der Weise bestätigen, dass tatsächlich Zymase bezw. Lactacidase durch das Gefrieren nicht zerstört wird, aber

1) HOPPE-SEYLER's Zeitschrift 1906, Heft 3 und 4.

ihr Bestehen in voller Aktivität nur so kurz ist, dass sie nicht mehr isoliert werden kann. Uns ist es bisher noch nicht gelungen, aus den gefrorenen Pflanzenorganen das Rohenzym Zymase zu isolieren.

PALLADIN und KOSTYTSCHEW bestimmten den Alkohol nach der anaëroben Atmung in den Pflanzenorganen in der Art, dass sie durch mehrfache Destillation und durch den Scheidetrichter das Toluol abtrennten. Die Menge des gebildeten Alkohols wurde aus dem spezifischen Gewicht des vierten bezw. fünften Destillates ermittelt.

Zur Identifizierung des Aethylalkohols bedienten sie sich der Methode von BERTHELOT und der Jodoformprobe von MÜNTZ.

Nun folgen die Resultate unserer Versuche:

Zur Bestimmung des Alkohols haben wir die sechsfache Destillationsmethode angewendet und den Alkohol in dem gut kalibrierten Pyknometer von REISCHAUER-AUBRY gesammelt. Um den Aethylalkohol qualitativ nachweisen zu können, benützten wir folgende Reaktionen:

Es wurde die zu untersuchende Flüssigkeit mit $H_2SO_4$ und $K_2CrO_4$ in bestimmtem Verhältnis versetzt, destilliert und das Destillat in Fraktionen aufgefangen. Die Oxydationsprodukte sammelten wir sodann in mittels Eis gekühltem Wasser unter Berücksichtigung der entweichenden Kohlensäure, welch letztere in Absorptionsapparaten aufgefangen wurde.

Die Produkte der Oxydation des Alkohols, und zwar Aldehyd, Essigsäure und Kohlendioxyd wurden sodann qualitativ nachgewiesen.

Zur Bestimmung des Aldehyds verwendeten wir eine ammoniakalisch-alkalische Silberlösung, welche schon von Spuren von Aldehyd reduziert wird.

Wir benützten noch andere Methoden zum weiteren Nachweis des Aldehyds, und zwar:

1. Die Bildung von Aldehydharz durch Erhitzen mit konzentrierter NaOH.
2. Die Reaktion mit NESSLER's Reagens nach CRISMER und
3. Die Jodoformprobe nach LIEBEN.

Wir haben in der angegebenen Weise von PALLADIN und KOSTYTSCHEW die Versuche wiederholt und gefunden, dass das Toluol sich ziemlich gut abtrennen lässt.

Ausserdem stellten wir aber noch weitere Versuche mit durch Sublimat sterilisierten Zuckerrübenwurzeln und Kartoffelknollen an. Die Zuckerrübenwurzeln und Kartoffelknollen wurden bei einer Temperatur von − 25° in einer Kältemischung 24 Stunden stehen gelassen. Hierauf wurden die Zuckerrübenwurzeln und Kartoffelknollen

im Wasserstoffstrom 48 Stunden belassen und mittels der hier bereits erwähnten Methoden sodann das Kohlendioxyd und der Alkohol bestimmt.

Hier konnten wir nachstehende Resultate konstatieren.

Bei der anaëroben Atmung in Toluoldämpfen:

| | |
|---|---|
| Blattwerk der Zuckerrübe im Gewichte von | 159 *g* |
| Ausgeatmetes $CO_2$ . . . . . . . . . . | 141,8 *mg* |
| Menge des gebildeten Alkohols . . . . . | 129,8 „ |
| Zuckerrübenwurzel im Gewichte von . . . | 60 *g* |
| Ausgeatmetes $CO_2$ . . . . . . . . . . | 78,3 *mg* |
| Menge des gebildeten Alkohols . . . . . | 74,3 „ |

Anaërobe Atmung der durch Sublimat sterilisierten Wurzel der Zuckerrübe:

| | |
|---|---|
| Gewicht der Wurzel . . . . . . . . . . | 461 *g* |
| Ausgeatmetes $CO_2$ . . . . . . . . . . | 324 *mg* |
| Menge des gebildeten Alkohols . . . . . | 293 „ |

| | |
|---|---|
| Gewicht der durch Sublimat sterilisierten Kartoffel | = 352 *g* |
| Ausgeatmetes $CO_2$ . . . . . . . . . . . . . . | = 0,468 *mg* |
| Menge des gebildeten Alkohols . . . . . . . . | = 0,393 *mg* |

Es ist hier noch zu erwähnen, dass wir die kleinsten Mengen Alkohol, welche sich vor dem Versuche im Blattwerke, sowie in der Wurzel der Zuckerrübe und Kartoffelknollen vorfanden, bei der anaëroben Atmung von der Gesamtmenge des Alkohols abgezogen haben. Im Blattwerke waren bloss Spuren von Alkohol vorhanden. In der Wurzel der Zuckerrübe wurde nach mehreren Bestimmungen pro 1 *kg* frischer Substanz 26 *mg* Alkohol gefunden. In den Knollen der Kartoffel konnten wir pro 1000 *g* frischer Substanz 14 *mg* Alkohol konstatieren.

Auf das Vorhandensein des Alkohols in den gefrorenen Rübenwurzeln haben schon STROHMER und STIFT[1]) aufmerksam gemacht:

Sie sagen in ihrer Abhandlung Folgendes: „Dass die Tätigkeit der Enzyme der Rübenwurzeln durch das Gefrieren, wenigstens innerhalb der in unseren Versuchen eingehaltenen Temperaturgrenzen, nicht eingestellt wird, zeigt auch der Umstand, dass in allen gefrorenen Rüben die Anwesenheit von Äthylalkohol, dessen Bildung ja mit Enzymtätigkeit in ursächlichem Zusammenhange steht, nachgewiesen werden konnte.“

1) STROHMER und STIFT: „Über den Einfluss des Gefrierens auf die Zusammensetzung der Zuckerrübenwurzel“. Österr.-ungar. Zeitschr. für Zuckerindustrie und Landwirtschaft, Heft VI, Wien 1904.

Die nachstehenden Zahlen zeigen uns die Verhältnisse zwischen dem gebildeten $CO_2$ und Alkohol.

| | |
|---|---|
| Die Menge des Alkohols, wenn $CO_2 = 100$ ist, beläuft sich bei der anaëroben Atmung des Blattwerkes der Zuckerrübe auf . . . . . | 91,53 *mg* Alkohol |
| bei der Zuckerrübenwurzel im ersten Falle auf . | 94,89 „ „ |
| bei der Zuckerrübenwurzel im zweiten Falle auf | 90,43 „ „ |
| bei der anaëroben Atmung der erfrorenen Kartoffel auf . . . . . . . . . . . . . . . | 83,97 „ „ |

Aus den Resultaten unserer Beobachtungen erkennen wir, dass die anaërobe Atmung der erfrorenen Organe der Samenpflanzen, und zwar des Blattwerkes sowie der Wurzel der Zuckerrübe und der Knollen der Kartoffel eine alkoholische Gärung ist.

Wenn bei der anaëroben Atmung die Menge des ausgeschiedenen Kohlendioxyds auf ein minimales Quantum sinkt, wir sodann den Wasserstoffstrom durch Luftstrom ersetzen, so wird neuerdings Kohlendioxyd durch die Oxydationsprozesse ausgeschieden.

Wir haben die in unserer ausführlich erschienenen Arbeit in HOPPE-SEYLER's Zeitschrift für physiologische Chemie in Tabelle XII und XIII spezifizierten Versuche mit Zuckerrübe in der Weise ergänzt, indem wir nach der anaëroben Atmung Luft durch die Versuchszylinder passieren liessen. Die Menge des ausgeatmeten Kohlendioxyds beim Blattwerk auf 100 *g* frische Substanz berechnet binnen 96 Stunden stieg auf 166,1 *mg*, bei der Wurzel auf 81,5 *mg* innerhalb derselben Zeit.

Wir sehen daher, dass sich die Menge des ausgeatmeten Kohlendioxyds beim Blattwerk auf 100 *g* Trockensubstanz berechnet pro Stunde auf 11,7 *mg*, bei der Wurzel auf 4 *mg* beziffert.

Dieses Experiment bestätigte uns dieselbe Erscheinung, welche sich bei den ungefrorenen Organen abspielt.

---

## 85. Fr. Tobler: Zur Biologie der Epiphyten im Meere.

Eingegangen am 18. Dezember 1906.

Die BERTHOLD'sche Arbeit über die Verteilung der Algen im Golf von Neapel[1]) ist für ein gewisses Gebiet mariner Biologie grundlegend gewesen. Während bis dahin fast nur systematische

1) Mitteilungen der zool. Station zu Neapel, Band 3, 1882.

und oft noch dazu lückenhafte Verzeichnisse der Meeresflora an einzelnen Küstenstellen vorlagen, gab BERTHOLD die erste genügende Einsicht in die Gliederung solcher Vegetation und ihre physiologischen Grundlagen. Vor allem hob er die eigentümlichen, bisher übersehenen oder infolge falscher Analogisierung mit den Verhältnissen des Festlandes missverstandenen Abhängigkeiten der marinen Flora von äusseren Faktoren als allgemeinen Gesichtspunkt hervor.

Hieraus ergibt sich bei ihm schliesslich, dass sich der Begriff des Standorts bei den Meeresalgen[1]) offenbar weit mehr durch die Summe der in seiner Arbeit erörterten äusseren Faktoren (wie Licht, Temperatur, Wasserbewegung und so fort) als vom Substrat bedingt, erweist.

Nun bringt aber die grosse Bedeutung des Lichtes vor allem bekanntlich die starke Zusammendrängung der Flora hervor, und eine Folge hiervon ist die grosse Zahl der Epiphyten. Ist nun auch die leichte Wählbarkeit des Substrates, d. h. eben die geringere Beeinflussung dadurch, auch von wesentlicher Bedeutung für das Zustandekommen derartiger Standortsgemeinschaften, so ist doch zweifelsohne das Vorkommen vieler Formen als Epiphyten für ihre Biologie ausserordentlich wichtig.

Schon die häufige Wiederholung identischer Gemeinschaften (*Polysiphonia fastigiata* auf *Ascophyllum nodosum*) ist ein Merkmal ihres Wertes für die Teilnehmer, ganz abgesehen davon, dass wir viele Formen bisher nur als Epiphyten kennen.

Auch BERTHOLD's Arbeit geht, wenigstens in dem beigegebenen Verzeichnis der bisher im Golf von Neapel beobachteten Arten, auf den Epiphytismus ein und zählt bei einer grossen Formenreihe andere Formen als häufiges oder ausschliessliches Substrat auf. Dagegen kommt meiner Meinung in dem Hauptteil der Arbeit des scharfsinnigen Physiologen die Betrachtung der Epiphyteneigenschaft und ihres Wertes in physiologischer Hinsicht zu kurz. Dieser kommt darin zum Ausdruck, dass jede Form durch ihren Charakter als Epiphyt in beträchtlich andere Bedingungen gerät, als wenn sie auch in nächster Nachbarschaft auf anderem Substrat bezw. dem gleichen wie die ihr zur Unterlage dienende ihren Standort hätte.

Eine derartige Betrachtungsweise der Vegetationen des Meeres halte ich nun für eine nicht zu vernachlässigende Aufgabe.

Soviel ich weiss, liegen noch keine planmässigen Angaben darüber vor. Von Wert können immer nur solche sein, bei denen statistisch zugleich die Häufigkeit des Vorkommens eines Epiphyten auf der gleichen Unterlage festgestellt worden ist. Ich habe nun

1) Natürlich ist hier nur von den festsitzenden die Rede.

stets gelegentlich auch beim Sammeln von Algen mit darauf geachtet, sowie die Anlage eines Herbars solcher innigen Pflanzengesellschaften aus dem Meere unternommen. Denn nebenbei sind die Beobachtungen natürlich von floristischem Interesse, wie ja schon BERTHOLD's Angaben für das Sammeln gewisser Formen auf anderen einen nützlichen Anhalt bieten. Die Beobachtungen, die ich hier geben will, sind lückenhafte, sollen aber nicht nur für mich selbst den Entwurf zu einer Untersuchung solcher Dinge in etwas präziser Form bilden, sondern vielleicht auch andere, die sich mit Meeresalgen biologisch oder floristisch beschäftigen, zu Angaben bezw. zum Sammeln von Epiphyten veranlassen.

Für das Zustandekommen der Ansiedlung einer Alge auf einer anderen kenne ich mehrere Wege.[1]) Dass sich zunächst Keimlinge sehr häufig auf bezw. in Thallis anderer Formen, an die sie durch Strömung gelangen, ansiedeln, anfangs nur angeklebt oder in Astwinkeln festgehalten, später aber Rhizoiden oder andere Haftorgane bildend, habe ich mehrfach erwähnt anlässlich der Keimungsgeschichte von Florideen.[2]) Häufig zu beobachtende Beispiele sind die Ceramiaceenkeimlinge auf Ceramiaceen und Rhodomelaceen, *Ectocarpus*-Keimlinge auf Rhodomelaceen, Fucaceen und Cystoseiren.

Eine andere Art der Besiedelung erfolgt mit Hilfe der ausserordentlichen Reproduktionsfähigkeit der Algen vermittelst abgerissener Stücke von lappigen breiten Thallis. In dieser Weise finden sich Fetzen von *Nitophyllum*, *Peyssonelia*, *Ulva* u. a. angepresst durch Strömung oder im Astgewirr festgehalten an grösseren verzweigten Formen wie *Gelidium*, *Gracilaria*, *Cystoseira* usw.

Hieran schliesst sich die keineswegs stets unter Ablösung vom Thallus eintretende und doch später dazu führende Anheftung von Endpartien (Ästen oder Lappen) grösserer Thalli an anderen an. Derart vermögen die sogenannten „rankentragenden" Meeresalgen (NORDHAUSEN[3]) sich mit ihren Spitzen anderen anzusetzen, wobei Rhizoid- oder Haftscheibenbildung erfolgt (von mir beobachtet für *Nitophyllum uncinatum*). Aber auch sonst genügt ein Berührungsreiz zwischen Thallis oder Thallusteilen[4]) gleicher sowohl als auch

1) Die parasitischen Algen will ich ausser Betracht lassen, die Zahl der sicher nachgewiesenen ist gering. Da die Besiedlung durch Epiphyten öfters aber stärkere Schädigung, zum mindesten Degenerationserscheinungen der Unterlage mit sich bringen kann (*Nitophyllum* auf *Gelidium* u. a.), so wären Übergänge konstruierbar.

2) Beihefte zum bot. Centralblatt 14, 1903.

3) Jahrb. für wiss. Botanik 34, 1899.

4) Die Verwachsungen zwischen Teilen der Thalli gleicher Art behandle ich anatomisch und entwicklungsgeschichtlich in einer in Heft 2 des Bandes 97 der „Flora" erscheinenden Arbeit.

fremder Arten, um einen von beiden zur Bildung von Rhizoiden und ihrer Anheftung auf dem anderen Thallus zu veranlassen. So beobachtete ich z. B. Verwachsung derart zwischen *Rhodymenia ligulata* und *Chondriopsis tenuissima*. Da einerseits in beiden genannten Fällen später eine Zerreissung gerade durch die sekundäre Festheftung an anderer Stelle erfolgen kann, damit aber keineswegs der Tod abgerissener Stücke ausgesprochen ist, so kann auch so ein regulärer Epiphytismus entstehen.

Was die mir vorgekommenen Formen solcher Gemeinschaften und die in ihnen beobachteten oder häufigen Arten betrifft, so ist zunächst hervorzuheben, dass es manche Formen zu geben scheint, bei denen Besiedlung durch andere trotz enger Nachbarschaft und gedrängtem Vorkommen ausgeschlossen erscheint. So habe ich z. B. nie eine *Dudresnaya* oder *Halymenia* mit Epiphyten angetroffen und glaube, dass dies seinen Grund in der Beschaffenheit der Oberfläche (schlüpfrig, sehr glatt) dieser zugleich schlaffen Typen hat. Eine harte und dadurch steife Form gewährt sicher viel leichteren Anhalt für angetriebene Bruchstücke oder keimende Sporen. Hierher wären die zwei am reichsten besiedelten Formen, *Laminaria-* und *Cystoseira*-Arten (sowie übrigens als Analogon auch die Vegetation der *Posidonia*-Blätter) zu stellen. An ihnen finden sich die ausserordentlich zahlreichen Epiphyten (BERTHOLD führt als namentlich auf *Cystoseira*-Arten im Verzeichnis mehr als ein Dutzend an) fast stets mit ausgeprägten Haftscheiben. Anders da, wo ein zwar kompakter, oberflächlich aber lockerer Thallus zur Unterlage dient; so besonders z. B. bei *Codium elongatum* u. a., bei denen ein Eindringen der Epiphyten mit langen Rhizoiden zwischen die „Bläschen" der wie gepflastert erscheinenden Thallusoberfläche zu beobachten ist (*Callithamnion*, *Spermothamnion*, *Bryopsis*, *Dasya*, *Herposiphonia* und andere).

Des Weiteren ist die Art und Ausdehnung der Verzweigung sowie ihr Verhältnis zu der Starre der strauchigen Formen massgebend für Möglichkeit und Reichtum der Besiedlung. Bevorzugt sind z. B. die Astwinkel, besonders bei geringer Grösse des Winkels, bevorzugt ferner die Regionen des Thallus bei manchen Strauchformen, die die buschigste Verzweigung haben, so bei älteren Thallis mancher grösserer Ceramiaceen die oberen, da im unteren Teile der Büsche nicht selten die Äste abfallen.

In Abhängigkeit von Grösse und Art der Besiedelten und der für den Epiphyten möglichen Ausdehnung entstehen nun öfter in ihrer Form recht charakteristische Gemeinschaften. Viele der allerhäufigsten und derer, bei denen der Epiphyt grösseren Umfang erreicht, haben als Ganzes eine regelmässig wiederkehrende Gestalt. Das eine ist z. B. die Klumpen- oder Ballenform, bei der der

Epiphyt von einem Punkt aus ein dickes kurzes Büschel bildet, so z. B. die *Nitophyllum* auf *Gracilaria* und *Gelidium*, *Corallina rubens* auf *Lomentaria* und anderen, wobei die besiedelten Äste der betreffenden Thalli oft stark unterdrückt und überwuchert werden. Sehr häufig findet man in Neapel *Nitophyllum punctatum* auf Enden der Äste von *Gelidium corneum* und *Lomentaria*-Arten, und diese Thalluspartien fast ohne frische Ästchen, so dass wie ein Stiel der besiedelte Teil den Klumpen der fremden Alge trägt.

Eine andere häufige Form ist die Strauchform, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Epiphyt die Verzweigung der besiedelten Alge fortzusetzen scheint, indem er sich nur auf ihren Enden anfindet. Dafür nenne ich zwei mir in vielen Exemplaren bekannte Beispiele von der norwegischen Westküste: *Polysiphonia violacea* auf *Furcellaria fastigiata* und *Ceramium rubrum* auf *Cladophora rupestris*.

Welche Veränderung der Lebensbedingungen bedeutet nun die Ansiedlung in oder auf einem anderen Thallus für den Epiphyten? Von biologischer Bedeutung können solche natürlich im allgemeinen nur dann sein, wenn sie sich wirklich häufig wiederholen. Und so muss auch hier aufs Neue betont werden, dass alle erwähnten Beispiele in dieser Verbindung gerade sehr oft vorkommen.

Zunächst handelt es sich um Beziehungen zum Licht; lichtbedürftige Formen können die erwünschte Stellung nahe der Meeresoberfläche nur da finden, wo ihnen grössere andere Formen als Substrat dienen. Ein einleuchtendes Beispiel sind die *Laminaria*-Stämme, an denen die lichtbedürftige Vegetation kleinerer Formen sozusagen heraufklimmt, dennoch freilich immer unter der Decke der flottierenden Blattlappen geborgen bleibt. Anders die *Cystoseira*-Stämme mit ihren spitz auslaufenden Kronen (*barbata*, *granulata*, *ericoides*), an denen sich die Folge grüner, brauner und roter Algen von der Spitze herab sehr gut erkennen lässt. Bei höheren Stämmen (grösseren Algen) wie den genannten ist an ihnen selbst Gelegenheit geboten für die Formen, die etwa unweit an senkrechter Felswand unter dem Niveau stehen, jede wünschenswerte Höhenlage wie dort zu finden. Unter anderen Umständen dagegen, z. B. in flachem Wasser können die Algenbüschel lichtscheueren Formen als Epiphyten ein Unterkommen gewähren. So bergen besonders in Zeiten starker Besonnung im Mittelmeer die alten Büschel von Cystoseiren und anderen in sich Florideen, die dort vor der starken Belichtung geschützt sind (vgl. S. 7 meiner oben zitierten Arbeit). So dürfte der Epiphytismus für die Übersommerung von gewissen Formen an bestimmten Standorten wichtig sein.

Ferner ist aber in ihm sicher auch eine enge Beziehung geboten zu der Gruppe von Lebensbedingungen, die man bei Algen als

Wasserbewegung oder Wasserwechsel zusammenfasst. Zunächst zeigt sich, dass Formen von exponierteren Küstenstellen an geschützteren Orten nur als Spitzenepiphyten gedeihen. Ferner ist die Art der Befestigung mancher Formen (öfter beobachtet an Polysiphonien) eine andere, je nachdem sie auf Felsen und ähnlichen Substraten (Muschelschalen usw.) oder auf anderen Algen stehen: im ersteren Fall weisen sie meist Haftscheiben, im letzteren dagegen einzelne Rhizoiden auf. Ich stehe nicht an, zu behaupten, dass die Besiedlung der Thallusspitzen von *Furcellaria fastigiata* mit ihrer geringen durch einige Rhizoiden erzielten Anheftungs- oder Verankerungsfläche den Ansprüchen an Festigkeit am Substrat ebenso entspricht wie bei den auf Conchylien oder Stein wachsenden und mit breiter Haftscheibe versehenen Exemplaren von *Polysiphonia*. Wenn da im ersteren Fall sich die besiedelte Alge an der Bewegung im Wasser beteiligt, so ist der Stoss ein geringerer.

Auf gleichem Wege bedeutet aber Ansiedlung auf beweglicher Unterlage für viele Formen sicher noch lebhafteren Wasserwechsel (bezw. Luftwechsel im Wasser) als ihre Eigenbewegung allein ihnen gestattet, falls sie auf festem Substrat sitzen. Denn der Ausschlag der Schwingungen und die Menge des dabei durchstrichenen Wassers wird ja grösser.

Dies wären nur einige der Gesichtspunkte, die ich aus bisherigen Beobachtungen zur Biologie der Epiphyten im Meere entnehmen kann.

Es wäre nun zu wünschen, dass bei floristischer Arbeit, wie namentlich auch in den Herbarien diese Gesichtspunkte Berücksichtigung fänden. In Herbaren können über die Häufigkeit von typischen Verbindungen zwischen zwei Formen sehr leicht statistische Aufschlüsse gewonnen werden, wie ich selbst es, z. B. für die *Polysiphonia fastigiata* getan habe, die sich im Berliner Herbar (wo mit Substrat) nie auf anderem, und in 16 Belegen verschiedenster Herkunft auf *Ascophyllum nodosum* findet. Mein selbst begonnenes Verzeichnis typischer Gemeinschaften und Anlage eines derartigen Herbars werden eine weitere Grundlage bilden. Vor allem aber sind die reichst besiedelten grossen Algen, wie *Laminaria* und *Cystoseira*, eigens auf ihre Epiphytenflora, deren Elemente in ihrem Standort an der Alge und den dadurch gebotenen Bedingungen zu untersuchen, Zustandekommen und Entwicklung der Besiedlung eventuell auf dem Wege des Experimentes festzustellen. Dass dadurch auch die für alle physiologische Arbeit an Meeresalgen so bedeutungsvolle Kultur in Aquarien gefördert werden kann, indem man durch Klarlegung der besonderen in der Vergesellschaftung gebotenen Vegetationsbedingungen der Möglichkeit der Nachahmung näher kommt, ist ausser Frage.

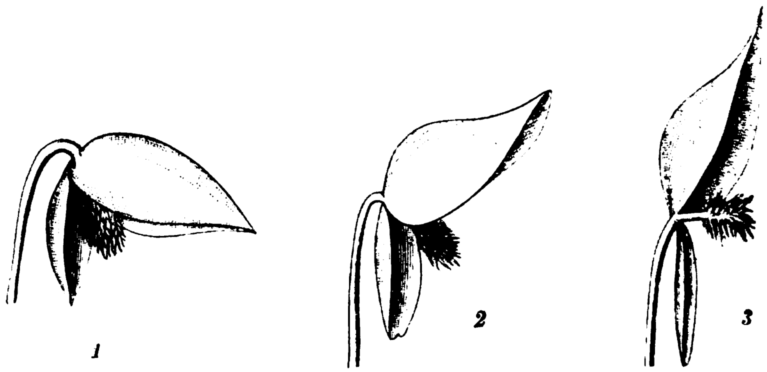
Münster (Westf.), am 15. Dezember 1906.

## 86. Friedrich Hildebrand: Über drei zygomorphe männliche Blüten bei einer Begonie.

Mit drei Figuren im Text.

Eingegangen am 19. Dezember 1906.

Während bei Pflanzen, deren Blüten zygomorph sind, nicht gar zu selten sich aktinomorphe Blüten, Pelorien, bilden, von denen neuerdings die durch die Handelsgärten verbreitete pelorische Form von *Antirrhinum majus* als besonders interessant sich gezeigt hat, so ist es höchst selten, dass anstatt aktinomorpher Blüten sich zygomorphe ausbilden. Einen solchen Fall beschrieb ich schon früher von einer *Fuchsia*[1]), und bei der grossen Seltenheit der betreffenden Fälle scheint es mir geeignet, eine Beobachtung zur allgemeineren Kenntnis zu bringen, welche ich diesen Herbst an einer Begonie machte, deren speziellen Namen ich jedoch nicht anzugeben weiss, was aber nicht



1 2 3

von besonderer Bedeutung sein dürfte. Es ist eine Art mit Blättern, denen des *Ricinus* ähnlich, aber ungleich geteilten, und gehört zu den strauchigen. Ihre hellrosa Blüten stehen in reichen, aufrechten Blütenständen. An diesen ist, wie gewöhnlich bei Begonien, die Endblüte immer männlich und radiär gebaut, ebenso die nächstfolgenden, und diese Blüten stehen immer ganz aufrecht, ihre Achse ist die ganz gerade Verlängerung ihres Stieles.

An drei Blütenständen verhielt sich nun aber die männliche Endblüte ganz anders. Der Stiel derselben war nämlich an seinem Ende, dicht unter dem Ansatz der Blütenblätter, umgebogen, und so hatten diese nicht eine horizontale Lage, sondern sie nahmen im Laufe der Entwicklung eine vertikale Lage an und standen auf dem Blütenstiele etwa wie ein Orchideenperigon auf dem Fruchtknoten.

1) Bot. Centralblatt 1899, Nr. 5/6.

Mit dieser veränderten Richtung stand es nun in offenbarem Zusammenhang, dass die Blüte zygomorph geworden war; ausserdem hatte sie sich aber auch, gegenüber den normalen männlichen Blüten, welche auf diese endständigen folgten, in der Zahl und Form ihrer Blütenblätter sehr verändert, anstatt der vier normalen Blütenblätter, von denen zwei grösser, als die beiden anderen sind, hatte sie deren nur zwei, und das obere hatte eine helmartige Gestalt, das untere war löffelartig, am Ende schwach zweispaltig und bedeutend kleiner als das obere. Durch dieses Verhältnis fielen die interessanten Blüten sehr auf gegenüber den normalen, aktinomorphen, anderen männlichen Blüten derselben Pflanze.

Ausser diesen Formverhältnissen zeigte das obere der beiden Blütenblätter im Laufe der Blütezeit noch eine sehr auffallende Eigentümlichkeit in seiner Richtung zum Horizont, indem es zuerst, Fig. 1, etwas geneigt lag, dann, Fig. 2, sich mehr aufrichtete und schliesslich, Fig. 3, ganz aufrecht stand. Dies hing damit zusammen, dass der Blütenstiel am Ansatz der Blumenblätter sich mehr aufrichtete, aber auch mit der selbständigen Aufrichtung des oberen Blütenblattes; das untere blieb dabei in seiner ursprünglichen Lage. Durch diese Verhältnisse wurde bewirkt, dass die Antherenachse, welche ursprünglich von dem oberen Blütenblatt überdeckt und dadurch mehr verborgen lag, freier hervortrat und schliesslich in horizontaler Lage aus der interessanten Blumenkrone hervorsah.

Die beschriebenen Blüten bilden einen interessanten Fall von dem Zusammenhang der Lage zum Horizont mit der allgemeinen Gestalt der Blüten, welcher hier ohne künstliche Eingriffe sich gebildet hat.

---

## 87. Friedrich Hildebrand: Über die Fruchtstiele der Cyclamenarten.

Eingegangen am 19. Dezember 1906.

Es ist längst bekannt, dass bei allen *Cyclamen*-Arten die Stiele der Früchte spiralig aufgerollt sind, wovon nur *Cyclamen persicum* eine Ausnahme macht; dass aber die Aufrollung der Fruchtstiele in verschiedener Weise zuwege kommt, darauf ist noch nirgends aufmerksam gemacht worden, und ich möchte daher dies letztere tun und dabei auch das Verhalten der Fruchtstiele von *Cyclamen persicum* mit in die Betrachtung ziehen.

Wenn bei diesem die Befruchtung eingetreten ist, so macht sich dies, wie auch bei allen anderen *Cyclamen*-Arten, dadurch kenntlich,

dass die Blumenkrone durch die auf ihrer Aussenseite sich mehr als auf der Innenseite dehnenden Kelchblätter hervorgedrückt wird, worauf diese, welche nun ihren Spannungsverhältnissen folgen können, zum Schutz der jungen Frucht sich kegelig über derselben zusammenschliessen. Ist dies geschehen, so fängt der Stiel der sich bildenden Frucht an, sich umzubiegen, was nicht etwa, wie man sich auch leicht denken kann, durch Erschlaffung desselben geschieht, sondern dadurch, dass die eine Seite desselben stärker gespannt ist, als die andere, wobei die Umbiegungsrichtung des Stieles meistenteils eine derartige ist, dass der an den geschlossenen Kelchblättern noch hervorstehende Griffel nach unten gerichtet ist. Die Spannung, in welche durch das einseitige Wachstum des Fruchtstieles derselbe gebracht wird, ist eine so starke, dass dieser Stiel sehr leicht an seiner Basis abbricht, wenn man ihn aufzurichten sucht. Der Erfolg dieser Spannung ist nun der, dass durch dieselbe die Frucht dem Erdboden aufgepresst wird und so den Schädigungen entzogen, was noch mehr dadurch geschieht, dass die Frucht mit ihrer Unterseite in den Erdboden hineingedrückt wird.

Bei den anderen *Cyclamen*-Arten findet nun immer eine Aufrollung oder Spiraldrehung der Fruchtstiele statt, von welcher man früher meinte, dass sie überall in gleicher Weise vor sich ginge, wobei sich aber, wie schon oben gesagt wurde, zwei sehr interessante Verschiedenheiten zeigen.

Der bis dahin als allgemein eintretend angesehene Fall lässt sich am besten bei *Cyclamen neapolitanum* beobachten, zeigt sich aber auch bei *Cyclamen africanum* und den meisten andern in dieser Beziehung beobachteten Arten, nämlich bei *Cyclamen europaeum*, *cilicicum*, *cyprium*, *hiemale*, *pseud-ibericum*, *Coum*, *ibericum*, *alpinum*, *creticum*, *balearicum* und *repandum*. Wenn hier die Befruchtung stattgefunden hat[1]), so fängt der Blütenstiel an in der Richtung sich weiter umzubiegen, in welcher die Blüte an, seinem Ende sich umgebogen befand. Zuerst geschieht dies in gleicher Ebene mit dem unteren Teil des Stieles, nach kurzem wird aber die Biegung eine solche, dass die sich bildende Frucht auf die eine oder die andere Seite des Stieles zu liegen kommt, was nun der Anfang zu der Spiraldrehung dieses Stieles ist, welche bald eine rechts-, bald eine linksläufige wird, je nachdem derselbe nach der einen oder nach der anderen Seite aus der Ebene, welche er früher mit der Frucht bildete, heraustritt. Bei diesen Drehungen wird nun die Frucht entweder ganz von den letzten Windungen ihres Stieles eingeschlossen, oder sie steht nur ein Stück, oder nur bis zu ihrer Basis aus demselben hervor, niemals ist aber eine Strecke des Stieles unterhalb

1) Bot. Zeit. 1895, Heft I. S. 27, und *Cyclamen*-Monographie S. 139.

der Frucht gerade und von den Windungen ausgeschlossen, welche immer ihrer ganzen Ausdehnung nach an einer und derselben Frucht entweder rechtsläufig oder linksläufig sind.

In höchst interessanter Weise abweichend zeigt sich nun das Drehverhältnis bei den Stielen von *Cyclamen pseudo-graecum*, welches ich kürzlich in all seinen Phasen verfolgen konnte, indem mir von dieser, früher mit *Cyclamen graecum* verwechselten, auf Kandia wachsenden Art, — von welcher ich kürzlich in der Gartenflora (1906, S. 629) die nähere Beschreibung gegeben habe — fünf blühende Pflanzen zur Beobachtung vorlagen.

Wenn hier die Befruchtung stattgefunden hat, so biegt sich der Stiel der Blüte zuerst seiner ganzen Länge nach gerade so um, wie bei *Cyclamen persicum*, dann tritt aber eine ganz merkwürdige Abweichung ein. Es bildet sich nämlich bald höher, bald tiefer am Fruchtstiel ein sogenannter toter Punkt, von welchem aus die nun sich vollziehenden Spiralwindungen des Stengels in verschiedener Richtung verlaufen, von diesem toten Punkt aus nach der Basis des Stieles hin rechts, in der Richtung der Frucht zu links gewunden sind, oder umgekehrt. Die Zahl der Windungen ist eine verschieden grosse, meistens sind es unterhalb des toten Punktes weniger, als oberhalb desselben. In einem Falle beobachtete ich nicht nur einen toten Punkt, sondern deren zwei, in einem andern sogar drei, und nur in einem war überhaupt kein toter Punkt vorhanden, sondern die Windungen am Fruchtstiel waren alle linksläufig. Aber gerade dieser Fall zeigte namentlich — neben den anderen — die grosse Abweichung von der von *Cyclamen neapolitanum* beschriebenen und längst bekannten Drehungsweise des Fruchtstieles. Es blieb nämlich auch in diesem Falle, ebenso wie an den andern, nach zwei entgegengesetzten Richtungen gedrehten Fruchtstielen das Ende desselben unterhalb der jungen Frucht immer mehrere, bis über 20 *mm*, fast ganz gerade, ganz ungewunden. Durch dieses Verhalten kamen nun ganz eigentümliche, täglich aufgezeichnete Lagen der jungen Frucht zuwege: zu gewissen Zeiten lag sie dem Boden horizontal auf, richtete sich dann senkrecht in die Höhe, um dann wieder auf den Boden sich zu legen. Dabei nahm das Ganze eine interessante Ähnlichkeit mit einer sich ringelnden Schlange an, deren Kopf manchmal sich senkrecht in die Höhe richtet, manchmal wieder auf dem Boden liegt. Diese Ähnlichkeit mit einer züngelnden Schlange wird dadurch hervorgebracht, dass aus den geschlossenen Kelchblättern der Frucht der Griffel wie eine Zunge hervorsteht. Wer Beispiele für Mimicry im Pflanzenreich sucht, könnte diesen Fall herbeiziehen, aber dass jemand ernstlich daran glauben sollte, dass diese Schlangenähnlichkeit für die jungen Früchte von *Cyclamen pseudo-graecum* von Nutzen sei, ist doch wohl kaum denkbar.

Schliesslich kommt es bei diesem Auf- und Abschwenken des Fruchtstielendes dahin, dass die sich weiter ausbildende Frucht, wenn sie die horizontale Lage am Boden angenommen hat, sich nicht wieder in die Höhe bewegt, und dass nun durch die weitere Spannung des Stieles, in dem gleichem Sinn, die Frucht so dem Boden angepresst wird, dass sie in diesen ein Stück hineingedrückt wird und nur mit einem Teil über dessen Fläche hervorragt.

Ganz gleiche Erscheinungen, wie die soeben von *Cyclamen pseudo-graecum* beschriebene, beobachtete ich auch bei *Cyclamen Miliarakisii*, einer Art, welche sich von *Cyclamen graecum* und *C. pseudo-graecum* ausser dem allgemeinen Habitus besonders durch das abgerundete Ende der Antheren auszeichnet; und auch bei *Cyclamen graecum* wird sich die Sache ebenso verhalten, indem ich mich erinnere, dass ich in früheren Jahren, wo die im Freiburger botanischen Garten kultivierten Exemplare dieser Art Früchte ansetzten, diese nie von Spiralwindungen ihres Stengels eingehüllt waren, sondern, eine Strecke von diesem entfernt, dem Erdboden aufgepresst lagen. Ferner ist als vierte der hierhergehörigen *Cyclamen*-Arten das *Cyclamen Rohlfsianum* zu nennen, welches nach langem Bemühen endlich in diesem Herbst zur Blüte gebracht werden konnte und drei Früchte ansetzte, welche alsbald an ihren Stielen die von *Cyclamen pseudo-graecum* oben näher beschriebene Art der Drehung zeigten.

In dem besprochenen, nach drei Richtungen verschiedenen Verhalten der Fruchtstiele der *Cyclamen*-Arten haben wir einen sehr interessanten Fall nutzloser Verschiedenheiten vor uns. Durch alle drei Arten der Bewegungen, welche die Stiele der Blüten machen, nachdem die Befruchtung dieser eingetreten ist, wird ein und dasselbe Endziel, nämlich die Früchte zu ihrem Schutz an den Erdboden zu bringen, erreicht, und es erscheint ganz gleichgültig, ob dies durch einfaches Umbiegen des Fruchtstieles geschieht — bei *Cyclamen persicum* — oder durch die zweierlei Art des Aufrollens dieses Stieles: bei *Cyclamen graecum*, *Miliarakisii*, *pseudo-graecum* und *Rohlfsianum* auf die eine Weise, bei allen anderen *Cyclamen*-Arten, welche bis jetzt bekannt sind, auf die andere. Eine Zuchtwahl hat mit diesen so verschiedenen Wegen, auf welchen der Schutz für die *Cyclamen*-Arten hervorgebracht wird, schwerlich etwas zu tun gehabt.

# 88. A. Schulz: Über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutschlands.

## IV.[1]) Die Unterunstrut-Helmegrenze.

Mit einer Karte.

Eingegangen am 21. Dezember 1906.

In meinen Grundzügen einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt Mitteleuropas seit dem Ausgange der Tertiärzeit[2]) habe ich den nördlich des Schweizer Juras, der Alpen und der Karpaten gelegenen Teil Mitteleuropas[3]) in eine Anzahl floristischer Bezirke zerlegt, die sich mehr oder weniger scharf voneinander abheben.[4]) Einer der am schärfsten begrenzten von diesen Bezirken ist der Saalebezirk, der das Flussgebiet der Saale — mit Ausschluss des grössten Teiles des Gebietes der Weissen Elster — sowie angrenzende Striche des Flussgebietes der Elbe — mit Ausschluss des Saalegebietes — und des der Weser umfasst[5]). Der Saalebezirk zerfällt, wie ich in der genannten Schrift[6]) dargelegt habe, in zwei ungefähr gleichgrosse Unterbezirke, einen nördlichen, den Nord-Saaleunterbezirk, und einen südlichen, den Süd-Saaleunterbezirk. Die Grenze zwischen diesen beiden Unterbezirken[7]) beginnt an der Ostgrenze des Bezirkes etwas südlich von Lützen, verläuft von hier nach Burgwerben bei Weissenfels, fällt darauf bis zur Gonna (bei Sangerhausen) mit der Wasserscheide zwischen den Flussgebieten der Geisel und der Salzke einerseits, den der unteren Unstrut — von der Helmemündung ab — und der Helme andererseits zusammen und verläuft dann an der Nordgrenze der Zechsteingypszone des Südharzes bis zur Westgrenze des Bezirkes. Ich habe[8]) diese Grenze als Unterunstrut-

1) Vgl. diese Berichte 24. Bd. (1906) S. 441 u. f, sowie S. 512 u. f.

2) Jena 1894, S. 116 u. f.

3) Dieses Gebiet ist im Folgenden kurz als Mitteleuropa bezeichnet: betreffs seiner Begrenzung vgl. SCHULZ, a. a. O. S. 138.

4) Betreffs der Gründe für diese Einteilung und des Verhältnisses der einzelnen Bezirke zu einander vgl. SCHULZ, a. a. O. S. 116 u. f.

5) Betreffs seiner Grenzen vergl. SCHULZ, Entwicklungsgesch. der phan. Pflanzend. des Saalebezirkes (Halle 1898) S. 1 Anm. 1, und Ders., Studien über die phan. Flora und Pflanzendecke des Saalebezirkes I. (Halle 1902) Karte.

6) S. 119—120.

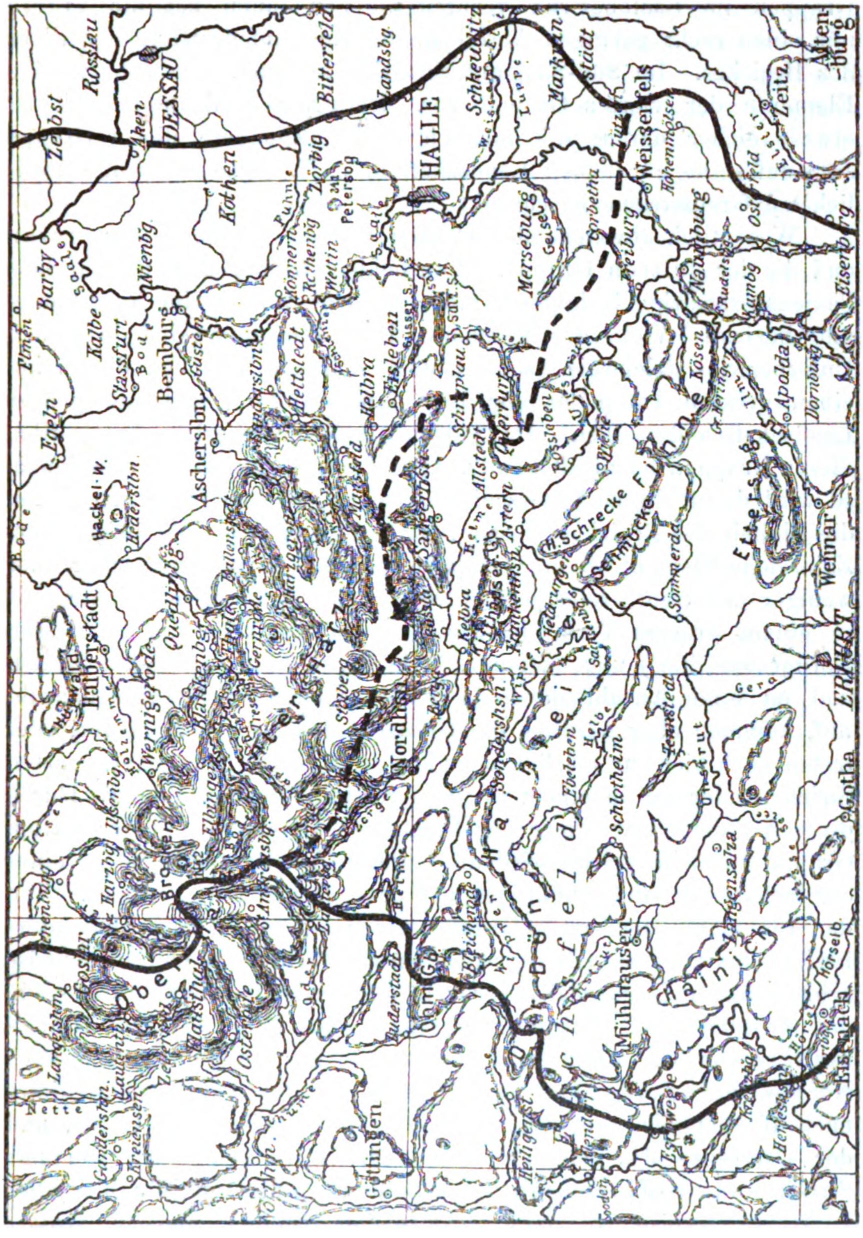
7) Vergl. hierzu SCHULZ, Studien I., Karte, sowie die der vorliegenden Abhandlung beigegebene Karte.

8) SCHULZ, Grundzüge S. 119.

Helmegrenze, ihren östlichen Teil — bis zur Gonna nach W — als Unterunstrutgrenze, ihren westlichen Teil als Helmegrenze bezeichnet.

Die beiden Unterbezirke haben zwar sehr viele gemeinsame Züge, durch die sie sich scharf von ihrer Umgebung abheben, und die dadurch die Vereinigung der beiden Unterbezirke zu einem einzigen Bezirke rechtfertigen, weichen aber in anderen Punkten recht bedeutend voneinander ab. Von den vier Elementegruppen der indigenen mitteleuropäischen Phanerogamenflora[1]) ist im Saalebezirke die zweite sehr reich entwickelt; es wachsen in ihm mehr Elemente dieser Gruppe als in den im Osten, Norden und Westen an ihn angrenzenden Bezirken zusammen. Zahlreiche von seinen Elementen dieser Gruppe, darunter viele in den Nachbarbezirken fehlende oder nur sehr spärlich vorkommende, sind in ihm recht weit verbreitet. Die weitaus meisten Elemente der zweiten Gruppe des Saalebezirkes kommen sowohl in seinem südlichen, als auch in seinem nördlichen Unterbezirke vor; eine grosse Anzahl von diesen ist in beiden Unterbezirken weit verbreitet. Die im Süd-Saaleunterbezirke nicht vorkommenden Elemente der zweiten Gruppe des Nord-Saaleunterbezirkes wachsen entweder nur im nordöstlichen Teile des Nord-Saaleunterbezirkes oder sind in letzterem, vorzüglich — oder ausschliesslich — in seiner Osthälfte, weiter verbreitet; südlich von Halle und im eigentlichen Harze kommt aber fast keins von diesen vor. Die meisten derjenigen Elemente dieser Gruppe, die im Süd-Saaleunterbezirke wesentlich seltener sind als im Nord-Saaleunterbezirke, kommen in jenem vorzüglich oder nur im nördlichen Teile, z. T. sogar nur in der Nähe seiner Nordgrenze vor. Die meisten der nur im Süd-Saaleunterbezirke beobachteten Elemente der zweiten Gruppe wachsen ausschliesslich oder hauptsächlich in dessen westlichem oder nördlichem — vorzüglich nordwestlichem — Teile. Vorzüglich in diesen Gegenden kommen auch die Elemente vor, die ausser im nördlichen auch im südlichen Unterbezirke wachsen, in jenem aber weniger verbreitet sind als in diesem; im nördlichen Unterbezirke tritt ein Teil von diesen nur im Südosten auf. Infolge dieser Art der Verbreitung der Elemente der zweiten Gruppe in den beiden Unterbezirken des Saalebezirkes treten die geringen Unterschiede, die hinsichtlich dieser Gruppe zwischen den beiden Unterbezirken bestehen, nur sehr wenig hervor. Der Saalebezirk erscheint vielmehr hinsichtlich dieses Teiles seiner Flora durchaus als Einheit und hebt sich als solche scharf nicht nur aus seiner Umgebung, sondern auch aus ganz Mitteleuropa, vorzüglich aus dessen nördlicherem Teile heraus.

1) Vergl. SCHULZ, diese Berichte 24. Bd. (1906) S. 442.




Auf der Karte sind nur der südliche Teil des Nord-Saaleunterbezirkes und der nördliche Teil des Süd-Saaleunterbezirkes dargestellt. Die Grenze zwischen beiden ist durch eine gebrochene Linie, die Grenze des Saalebezirkes ist durch eine ungebrochene Linie bezeichnet.

Ganz anders als die zweite Gruppe sind die drei anderen Gruppen im Saalebezirke verbreitet. Von ihnen hat die vierte nur einen recht geringen Anteil an der Zusammensetzung der Flora des Bezirkes. Im Süd-Saaleunterbezirke kommen nur sehr wenige Elemente der vierten Gruppe vor. Der Nord-Saaleunterbezirk ist etwas reicher daran; die meisten seiner Elemente dieser Gruppe sind auf seine nördlichen Landschaften, z. T. sogar auf seine nördlichsten Grenzstriche beschränkt.

Wesentlich abweichend verhalten sich die Elemente der ersten und die der dritten Gruppe. Von beiden Gruppen kommen im Süd-Saaleunterbezirke bedeutend mehr Glieder vor als im Nord-Saaleunterbezirke. Viele der Elemente dieser Gruppen sind in jenem Unterbezirke strichweise sehr häufig, und ein Teil von diesen hat einen grossen Anteil an der Physiognomie der Vegetation ganzer Landschaften desselben. Da jedoch die Nachbarbezirke hinsichtlich dieser Gruppen sehr bedeutend vom Süd-Saaleunterbezirke abweichen, so wird durch diesen Unterschied zwischen den beiden Unterbezirken die Einheit des Bezirkes diesen Bezirken gegenüber nicht aufgehoben. Zahlreiche Elemente beider Gruppen wachsen — teils nur mehr oder weniger zerstreut, teils jedoch wenigstens strichweise reichlich — in einem grossen Teile des Süd-Saaleunterbezirkes bis zu dessen Nordgrenze hin[1]) und treten z. T. in deren Nähe an vielen Stellen und an einer Anzahl davon in recht bedeutender Individuenanzahl auf, kommen aber nördlich der Grenze entweder gar nicht vor, oder treten doch hier nur spärlich oder höchstens in wenigen engbegrenzten Strichen oder nur in einem in grösserer Individuenanzahl auf. Durch diese Art der Verbreitung der Elemente der ersten und der dritten Gruppe im Saalebezirke wird die Unterunstrut-Helmegrenze zu einer der schärfsten und auffälligsten Florengrenzen Mitteleuropas. Von den Elementen der ersten Gruppe treten einige im Süd-Saaleunterbezirke bis zu dessen Nordgrenze hin weitverbreitete und strichweise sehr häufige im Nord-Saaleunterbezirke entweder nur im Südosten — in der zwischen der Unterunstrutgrenze, der Ostgrenze des Unterbezirkes von der Unterunstrutgrenze bis zur Fuhneniederung nach Norden, der Nordgrenze des Fuhne- und des Harzwippergebietes nach Westen bis zum Beginne des Schiefergebirges im Harze, und der Ostgrenze des Schiefergebirges im Harze gelegenen, von mir Salzke-Saale-Florengebiet genannten Landschaft —, hier aber z. T. strichweise an recht zahlreichen Stellen und in grosser Individuenanzahl, oder hier — z. T. strichweise recht verbreitet — und ausserdem, doch in etwas anderer Anpassung an das Klima, im

---

1) Eine Anzahl Elemente der ersten Untergruppe der ersten Gruppe wächst allerdings nur unmittelbar südlich von der Grenze am südlichen Harzrande.

Harze auf. Andere im Süd-Saaleunterbezirke weiter verbreitete Elemente dieser Gruppe wachsen im Nord-Saaleunterbezirke nur im Harze. Im Harze kommt auch eine Anzahl Elemente dieser Gruppe vor, die dem südlichen Unterbezirke fehlen. Diese haben im Nord-Saaleunterbezirke sämtlich aber nur eine unbedeutende Verbreitung; die Mehrzahl von ihnen wächst hier nur im Brockengebirge. Ausschliesslich ausserhalb des Harzes kommen im Nord-Saaleunterbezirke keine im Süd-Saaleunterbezirke nicht wachsende Elemente der ersten Gruppe vor. Nur wenige dieser Elemente sind im Nord-Saaleunterbezirke häufiger als im Süd-Saaleunterbezirke; sie wachsen in jenem vorzüglich im Harze. Diejenigen Elemente der dritten Gruppe, die im Nord-Saaleunterbezirke weniger verbreitet sind als im Süd-Saaleunterbezirke, wachsen in jenem vorzüglich im Harze und in den nördlich vom Harze gelegenen Berggegenden: im Huy, im Oder, auf der Asse und im Elm. Östlich von diesen Berggegenden kommen im Nord-Saaleunterbezirke nur wenige Elemente dieser Gruppe vor; an der Nordostgrenze dieses Unterbezirkes, in der Nähe der Elbe, wachsen aber zwei Elemente dieser Gruppe: *Nasturtium pyrenaicum* (L.) und *Cytisus sagittalis* (L.), die dem übrigen Unterbezirke und dem Süd-Saaleunterbezirke fehlen[1]). Ausser diesen beiden sind im Nord-Saaleunterbezirke nur noch sehr wenige im Süd-Saaleunterbezirke nicht wachsende Elemente der dritten Gruppe vorhanden. Auch kommen nur wenige Elemente dieser Gruppe im Nord-Saaleunterbezirke häufiger vor als im Süd-Saaleunterbezirke.

*

Die Ursache der soeben geschilderten Art und Weise der Verbreitung der Elemente der vier Elementegruppen der mitteleuropäischen Phanerogamenflora im Saalebezirke lässt sich leicht feststellen.

Die Elemente der ersten Gruppe waren während der Periode des Bühlvorstosses[2]) ohne Zweifel im Saalebezirke recht weit verbreitet. Sie verloren[3]) in der Folgezeit bis zum Höhepunkte des trockensten Abschnittes der ersten heissen Periode, soweit sie sich überhaupt im Saalebezirke erhielten, den grössten Teil ihres Areales in diesem. Die überlebenden vermochten sich während des Höhepunktes nur an wenigen, ihnen besonders zusagenden Örtlichkeiten zu erhalten. Für die aus den Hochgebirgen südlich von Mitteleuropa eingewanderten Elemente der ersten Untergruppe dieser Gruppe, die meist mehr oder weniger fest an kalkreichen Boden angepasst waren,

1) *Cytisus sagittalis* ist nur bei Aken, *Nasturtium pyrenaicum* ist dagegen an einer grösseren Anzahl Stellen beobachtet worden; vgl. SCHULZ, Studien über die phan. Flora und Pflanzendecke des Saalebezirkes I. S. 20 und 30.

2) Vgl. SCHULZ, diese Berichte 24. Bd. (1906) S. 516.

3) SCHULZ, a. a. O., S. 519 u. f.

gab es solche Örtlichkeiten fast nur im Süd-Saaleunterbezirke, und zwar vorzüglich in dem Zechsteingypsgebiete am südlichen Harzrande, in den dem Thüringer Walde im NO vorgelagerten höheren Berggegenden mit kalkreichem Boden und in dem z. T. zum benachbarten Oberweserbezirke gehörenden, das Eichsfeld, den Dün und das Ohmgebirge umfassenden Berglande. Die aus dem Norden eingewanderten Elemente dieser Untergruppe dagegen, die meist feuchte Orte bewohnten, konnten sich damals nur in der oberen Region der höchsten Gebirge des Bezirkes — des Fichtelgebirges, des Frankenwaldes, des Thüringer Waldes und vorzüglich des Harzes — erhalten. Auch die meisten Elemente der zweiten und dritten Untergruppe der ersten Gruppe blieben damals nur in den genannten höheren Gegenden des Bezirkes erhalten. Nicht wenige der Elemente der ersten Gruppe erfuhren damals an allen ihren Erhaltungsstellen im Saalebezirke oder an einem Teile von diesen eine derartige Änderung ihrer bisherigen klimatischen Anpassung[1]), dass sie sich nach diesem Zeitpunkte, während des letzten Teiles der ersten heissen Periode, je nach dem Grade der Änderung ihrer klimatischen Anpassung früher oder später, wieder auszubreiten vermochten. Die an unbeschatteten oder schwach beschatteten Örtlichkeiten lebenden von ihnen[2]) wanderten von den Berggegenden im südlichen Teile des Süd-Saaleunterbezirkes her durch die Saale- und Ilmgegend nach Norden, drangen aus der Gegend der Ilm- und der Unstrutmündung in die Gegend der unteren Unstrut und die im Süden an sie angrenzenden Striche ein und breiteten sich hier mehr oder weniger weit aus[3]). An der Unterunstrutgrenze ändert sich die Beschaffenheit des Bodens. Während in der Saale- und Ilmgegend von den Vorbergen des Thüringer Waldes bis zur Gegend der Unterunstrutgrenze hin fast ohne Unterbrechung kalkreicher ursprünglicher (Fels- und Felsdetritus-) Boden vorhanden ist, finden sich nördlich von der Grenze im östlichen Teile des Nord-Saaleunterbezirkes nur noch kleinere Partien mit solchem Boden, die durch weite Flächen mit kalkarmem ursprünglichem Boden und vorzüglich mit Diluvialboden voneinander getrennt sind. Infolge hiervon konnten diejenigen von diesen Gewächsen, die an ursprünglichen Boden, vorzüglich an kalkreichen angepasst sind[4]) und nur schrittweise und in kleinen Sprüngen zu wandern vermögen, — damals und

1) Vgl. SCHULZ, a. a. O. S. 520.

2) Vgl. hierzu SCHULZ, Studien über die phan. Flora und Pflanzendecke Deutschlands I., Zeitschr. für Naturw. 78. Bd. (1906) S. 51 u. f. (57 u. f.).

3) Vgl. SCHULZ, a. a. O. S. 57.

4) Und es nach ihrer Neuanpassung auch immer waren, vgl. SCHULZ. a. a. O. S. 80.

später — nordwärts gar nicht oder nur sehr wenig weit[1]) über die Unterunstrutgrenze hinaus vordringen. Die mit grösserer Ausbreitungsfähigkeit ausgerüsteten von diesen Gewächsen, namentlich die, die zeitweilig hinsichtlich des Kalkgehaltes des Bodens indifferent waren, gelangten z. T. etwas weiter über die Grenze hinaus[1]). Die neuangepassten Elemente hatten während der folgenden ersten kühlen Periode wieder zu leiden und erfuhren damals vorzüglich in den in weiterer Entfernung südlich von der Unterunstrutgrenze gelegenen — höheren — Gegenden eine Gebietsverkleinerung. Vielleicht noch bedeutender war diese bei einem Teile von denjenigen dieser Elemente, die die Unterunstrutgrenze überschritten hatten[2]), nördlich von dieser während des Höhepunktes des trockensten Abschnittes der zweiten heissen Periode, wo hier ohne Zweifel ein sehr trockenes und heisses Sommerklima herrschte. Damals sind vielleicht einige dieser Gewächse wieder vollständig nördlich von der Unterunstrutgrenze verschwunden. Später breiteten sich die neuangepassten Elemente der ersten Gruppe im östlichen Teile des Bezirkes — falls sie nördlich von der Unterunstrutgrenze lebten; meist auch nördlich von dieser — wieder ein wenig aus[3]). Das Vorkommen[4]) von neuangepassten Elementen der ersten Gruppe, vorzüglich deren erster Untergruppe, die die Unterunstrutgrenze von Süden her überschritten haben, aber nicht über die Harzwipper hinaus nach N vorgedrungen sind, im Salzke-Saaleflorengebiete ist der eine der Hauptcharakterzüge dieses Florengebietes, durch die es in einen scharfen Gegensatz zu den übrigen Florengebieten des Nord-Saaleunterbezirkes tritt und sich dem Süd-Saaleunterbezirke nähert. Westlich von der Ilm hinderte das Keuperbecken die Nordwanderung der an unbeschatteten oder schwach beschatteten Boden angepassten Elemente der ersten Gruppe mit veränderter Anpassung an das Klima. Erst in dem westlichen Grenzstriche des Bezirkes und westlich von diesem konnten solche Gewächse wieder nordwärts vordringen. Es sind von hier aber nur wenige in den zum Saalebezirke gehörenden Teil des Harzes gelangt, da dieser durch ein für diese Gewächse wenig günstiges Gebiet von den — z. T. recht weit im Norden gelegenen —

1) Vgl. Anm. 2.

2) Zum Teil vielleicht erst während des ersten Teiles der zweiten heissen Periode.

3) Einige neuangepasste Elemente dieser Gruppe sind während der ersten heissen Periode in Stromtälern nach Norden gewandert und hierdurch in den Nord-Saaleunterbezirk gelangt; vgl. SCHULZ, Studien über die phan. Flora und Pflanzendecke des Saalebezirkes I. S. 46–47, sowie SCHULZ, Studien über die phan. Flora und Pflanzendecke Deutschlands I., Zeitsch. für Naturw. 78. Bd. (1906), S. 59.

4) Manche davon, z. B. *Sesleria varia* (Jacq.) und *Helianthemum oelandicum* Wahlenbg., treten im Salzke-Saaleflorengebiete strichweise in bedeutender Individuenanzahl auf.

Erhaltungsgebieten und den Wanderungswegen dieser Gewächse getrennt ist[1]). Eine Nordwanderung vom südlichen Harze her, wo sich zahlreiche Elemente der ersten Gruppe erhalten und neuangepasst hatten, verhinderte der vorgelagerte höhere Harz, dessen Verhältnisse für diese Gewächse sehr ungünstig sind und es stets waren. Auch nach Osten, in das Salzke-Saalefiorengebiet hinein konnten die meisten der neuangepassten Elemente des Südharzes nicht vordringen, da sie sich fest an den Gypsboden angepasst hatten und diesen nicht verlassen konnten. Dagegen sind aus dem zum Nord-Saaleunterbezirke — und vielleicht auch aus dem zum Oberweserbezirke — gehörenden Teile des Harzes[2]) einige Elemente in die vorliegenden niedrigeren Gegenden des Nord-Saaleunterbezirkes eingewandert; darunter waren Arten, die von Süden her gar nicht oder nur bis zur Unterunstrutgrenze oder noch nicht so weit vorgedrungen sind[3])[4]). Ähnlich wie die an unbeschatteten oder wenigbeschatteten Örtlichkeiten wachsenden Elemente der ersten Gruppe verhielten sich auch diejenigen im Walde wachsenden Elemente dieser Gruppe, deren klimatische Anpassung eine entsprechende Änderung erfahren hatte. Das Vordringen über die Unterunstrutgrenze hinaus wurde bei dieser vorzüglich durch die Waldarmut des Salzke-Saaleflorengebietes verlangsamt oder verhindert. Die Waldarmut[5]) der dem Harze im Osten und Norden vorgelagerten niedrigeren Striche des Nord-Saaleunterbezirkes war auch die Ursache, dass vom Harze her nur wenige dieser Elemente weit in die niedrigeren Gegenden des Nord-Saaleunterbezirkes einwanderten und sich in ihnen ausbreiteten. Wahrscheinlich sind manche Elemente, die nach dem Höhepunkte des trockensten Abschnittes der ersten heissen Periode aus dem Harze in diese Striche eingewandert waren, während des trockensten Abschnittes der zweiten heissen Periode,

1) SCHULZ, Studien über die phan. Flora und Pflanzendecke Deutschlands I. a. a. O. S. 66.

2) Ob auch aus westlich vom Harze gelegenen Berggegenden, etwa dem Süntel, wo sich höchstwahrscheinlich Elemente der ersten Gruppe erhalten und neuangepasst haben?

3) Vgl. hierzu SCHULZ, Studien über die phan. Flora und Pflanzendecke des Saalebezirkes I. S. 39 u. f., wo eine Anzahl dieser Gewächse behandelt ist; das interessanteste von ihnen ist *Cotoneaster integerrima* Med., a. a. O. S. 49.

4) Umgekehrt haben manche Elemente dieser Gruppe sicher oder wahrscheinlich von S her die Unterunstrutgrenze überschritten, die nicht über den Harzrand hinaus in das Vorland vorgedrungen sind, so z. B. *Sesleria varia* (Jacq.) und *Carlina acaulis* L.; vgl. SCHULZ, Studien über die phan. Flora Deutschlands I. S. 66.

5) Sie hat ihre Ursache in den Bodenverhältnissen dieses Gebietes. Auch die Fichte, die sich vom Oberharze nach Nordwesten ausgebreitet hat, ist wohl infolge der für sie ungünstigen Bodenverhältnisse nicht aus dem Harze in diese Gegenden eingedrungen.

wo die Waldarmut dieser Gegenden noch bedeutender war und die vorhandenen Wälder sehr licht und trocken waren, aus ihnen wieder verschwunden.

Wie die Elemente der ersten Gruppe, so waren auch die Elemente der dritten Gruppe ehemals, und zwar während des ersten warmen Abschnittes der ersten heissen Periode, im Saalebezirke weit verbreitet. Während des trockensten Abschnittes dieser Periode verloren sie den grössten Teil ihres Areales im Bezirke. Während des Höhepunktes dieses Abschnittes lebten diejenigen von ihnen, die sich überhaupt im Bezirke erhielten, meist in den dem Thüringer Walde im Nordosten vorgelagerten höheren Berggegenden mit kalkreichem Boden und in den Berggegenden mit kalkreichem Boden im westlichen Teile des Bezirkes. Im Harze, sowie im Thüringer Walde, Franken Walde und Fichtelgebirge erhielten sich fast[1]) nur Elemente ohne höheres Kalkbedürfnis. Nach dem Ausgange des trockensten Abschnittes der ersten heissen Periode breiteten sich diese Elemente auf denselben Wegen wie die neuangepassten Elemente der ersten Gruppe von neuem aus[2]). Noch weniger als diese waren sie imstande, von Süden her die Unterunstrutgrenze zu überschreiten und sich nördlich von ihr auszubreiten. Während des trockensten Abschnittes der zweiten heissen Periode war für sie das Klima nördlich von der Unterunstrutgrenze noch verderblicher als für die neuangepassten Elemente der ersten Gruppe. Damals verschwanden wahrscheinlich einige von ihnen wieder ganz aus diesem Landstriche. Auch schon vorher, während der ersten kühlen Periode, hatten diese Elemente, die ohne Zweifel während des trockensten Abschnittes der ersten heissen Periode gegen sommerliche Feuchtigkeit und Kühle empfindlicher geworden waren, eine Arealverkleinerung erfahren, an die sich aber während des ersten Teiles der zweiten heissen Periode eine neue Vergrösserung der Areale der einzelnen Elemente anschloss. Wie die Elemente der ersten Gruppe, so konnten auch die der dritten Gruppe bei ihrer Neuausbreitung nur in geringer Anzahl nach dem Südharze gelangen, und ebensowenig wie jene konnten sie durch den Harz hindurch nach Norden vordringen. Vom Harze her breiteten sich einige Elemente der dritten Gruppe mehr oder weniger weit in den vorgelagerten Gegenden aus, doch konnten sie sich während des trockensten Abschnittes der zweiten heissen Periode ausserhalb des Harzes fast[3]) nur in den höheren Berggegenden nördlich von diesem erhalten.

---

1) Auf dem Gypse des Südharzes erhielten sich wohl nur sehr wenige Elemente dieser Gruppe.

2) Vgl. hierzu SCHULZ, Studien über die phan. Flora des Saalebezirkes, S. 14 u. f.

3) Vgl. hierzu das in meinen Studien über die phan. Flora des Saalebezirkes I. S. 20–21 betreffs *Nasturtium pyrenaicum* (L.), sowie das a. a. O. S. 30 betreffs *Cytisus sagittalis* (L.) und *Helianthemum guttatum* (L.) Gesagte.

Die Elemente der vierten Gruppe verschwanden wahrscheinlich während des trockensten Abschnittes der zweiten heissen Periode vollständig aus dem Saalebezirke. Während der zweiten kühlen Periode drangen sie von neuem aus dem nordwestlichen Deutschland nach Osten und Südosten vor, doch waren sie meist nicht imstande, über seine Grenzstriche im Norden hinaus in den Bezirk einzudringen.

Die Elemente der zweiten Gruppe des Saalebezirkes haben sich fast sämtlich in diesem während des trockensten Abschnittes der ersten heissen Periode fest angesiedelt. Sie sind in ihn teils aus Osten, von der Elbe und Havel her, teils aus Westen, von der Werra her, eingewandert. Am Ende jenes Zeitabschnittes waren sowohl der nordöstliche als auch der südwestliche Teil des Bezirkes etwas reicher an diesen Elementen als seine beiden anderen Teile. Die südwestlichen Einwanderer waren wahrscheinlich meist erst spät in jenem Zeitabschnitte in den Bezirk gelangt und selbst während ihrer Einwanderungszeit grösstenteils ziemlich stark kalkbedürftig. Viele von ihnen waren infolgedessen am Ende des trockensten Abschnittes der ersten heissen Periode im Bezirke wohl noch nicht weit von der Gegend ihrer Einwanderung in diesen, offenbar dem Striche zwischen dem Thüringer Walde und dem Harze, nach Norden — im Westen hinderte der Harz das Vordringen nach Norden — und Osten vorgedrungen. Die östlichen Einwanderer waren zum grossen Teil wohl recht frühzeitig in den Bezirk gelangt, doch hinderte viele von ihnen ohne Zweifel der Umstand, dass sie bis zum Bezirke auf kalkarmem Boden gewandert waren und hierdurch mehr oder weniger kalkfeindlich geworden waren, am Vordringen aus der Elbegegend, wo sie wohl meist in den Bezirk eingewandert waren, in den Süden und Westen des Bezirkes. Im Salzke-Saaleflorengebiete und in der Gegend der unteren Unstrut trafen die beiden Wandererströme zusammen; diese Landschaft wurde hierdurch zur reichsten des Saalebezirkes an diesen Elementen. Sie blieb es auch, als der Bezirk in der ersten kühlen Periode den grössten Teil seiner Elemente der zweiten Gruppe einbüsste, da sie damals von allen Landschaften des Bezirkes klimatisch am meisten begünstigt war. Bedeutend weniger begünstigt waren der nordwestliche Teil — westlich von der Unstrut — und die Mitte des Süd-Saalebezirkes, und vorzüglich sein Westen, Süden und Osten. Auch der Nordosten des Nord-Saalebezirkes war damals weniger begünstigt als das Salzke-Saaleflorengebiet, und am ungünstigsten für diese Gewächse war damals in diesem Unterbezirke das Klima seines nordwestlichen Teiles und vorzüglich das des Harzes. Abgesehen von diesem Gebirge, sowie dem Thüringer Walde, dem Franken Walde und dem Fichtelgebirge — nebst dem nördlichen Vorlande der beiden letzteren bis zum Zechsteinsaume — waren während der ersten kühlen Periode

in allen Landschaften des Saalebezirkes, dessen Boden fast in allen seinen Strichen für die Mehrzahl dieser Gewächse sehr geeignet ist, die Verhältnisse günstiger als in den günstigsten Landschaften der Nachbarbezirke, so dass sich in ihnen mehr Elemente der zweiten Gruppe erhielten als in diesen. Während des trockensten Abschnittes der zweiten heissen Periode breiteten sich die Elemente der zweiten Gruppe von neuem aus, doch bei weitem nicht in dem Masse wie während des entsprechenden Abschnittes der ersten heissen Periode. Auch bei dieser Neuausbreitung drangen von Süden her manche Elemente nicht über die Unterunstrutgrenze[1]), andere nicht über die Nordgrenze des Salzke-Saaleflorengebietes nach Norden vor[2]). Das Vorkommen dieser letzteren, von denen manche im Süd-Saaleunterbezirke recht weit verbreitet sind, im Salzke-Saaleflorengebiete — und zwar z. T. an zahlreichen Stellen — ist der andere der beiden Hauptcharakterzüge, durch die sich dieses Florengebiet scharf von den übrigen Florengebieten des Nord-Saaleunterbezirkes abhebt und dem Süd-Saaleunterbezirke nähert[3]).

* *

DRUDE hat seinen Hercynischen Florenbezirk in vier Gaue eingeteilt[4]), in 1. den westhercynischen Gau, 2. den mittelhercynischen Gau, 3. den osthercynischen Gau und 4. das hercynische Bergland. Der mittelhercynische Gau[5]) wird von ihm in drei Landschaften zerlegt, in 1. das Thüringer Becken, 2. das Land der unteren Saale und 3. das Land der Weissen Elster. Die Grenze zwischen den beiden ersten von diesen drei Landschaften fällt fast vollständig mit meiner Unterunstrutgrenze zusammen[6]), während — nach DRUDE's Karte —

1) So z. B. *Gypsophila fastigiata* L. und *Arabis auriculata* Lmk., die in der Nähe der Grenze wachsen, sowie *Peucedanum alsaticum* L., das nicht so weit vorgedrungen ist.

2) Z. B. *Helianthemum procumbens* Dun. und *Hypericum elegans* Steph.

3) Betreffs der weiteren Geschicke dieser Elemente vgl. SCHULZ, diese Berichte 24. Bd. (1906) S. 449—450.

4) DRUDE, a. a. O. S. 39—40.

5) Diesen Gau bezeichnet er auch als thüringischen Gau. Diese Bezeichnung ist aber ganz unzulässig, da der Gau auch den ganzen östlichen Teil des Nord-Saaleunterbezirkes nach Westen bis Halberstadt und Wanzleben — ausschliesslich des Harzes — umfasst.

6) DRUDE sagt (a. a. O. S. 384) von dieser Grenze: „Die Hauptgrenze ... ist eine orographische; der Kamm der im Nordosten die Unstrut zwischen Nebra und Naumburg eindämmenden und grösstenteils aus Muschelkalk bestehenden Triasberge bildet bis Querfurt die Grenze, welche dann in gleicher Richtung an Eisleben vorbei auf die Grafschaft Mansfeld am Ostrande des Harzes zuläuft.“ Auf DRUDE's Karte verläuft die Grenze von der Saale bis Querfurt aber nicht auf dem „Kamme“ der „Triasberge“ — der aus Diluvium besteht — sondern auf den meist von Trias-Gesteinen gebildeten Hängen des Unstruttales und des Tales Steigra-Querfurt.

die Grenze zwischen dem Harze, einer der Landschaften des Gaues des hercynischen Berglandes, und dem Thüringer Becken fast ganz[1]) der Helmegrenze gleicht. DRUDE hat dies vollständig mit Stillschweigen übergangen. Die Unterunstrutgrenze ist nach DRUDE's Meinung eine orographische Grenze. Er bezeichnet sie[2]) als „Nordgrenze montaner Kalkpflanzen", sagt[3]), dass „der Unstrut aufwärts mannigfache Verbindungen folgen, welche die floristische Landschaft der unteren Saale nicht kennt", und führt[4]) von diesen, d. h. von den hier verlaufenden Nordgrenzen, einige auf. Die auf die Südgrenze des Harzes bezügliche Angabe DRUDE's[5]) verstehe ich nicht.

---

## 89. W. Zopf: Biologische und morphologische Beobachtungen an Flechten.

Mit Tafel XXIII.

Eingegangen am 21. Dezember 1906.

---

### II.

### 1. Über Ramalina kullensis n. sp.

Bei einem mehrwöchentlichen Aufenthalte in Mölle auf der Halbinsel Kullen an der Westküste Schwedens im August und September vorigen Jahres, der den Zweck hatte, gewisse Flechten in Menge für Flechtensäureuntersuchungen zusammenzubringen, fand ich unter anderem Gelegenheit, die reiche Ramalinenvegetation der aus Granit bestehenden Klippen und Blöcke der Strandregion eingehend zu beobachten.

---

1) Aber nicht ganz, denn ein Teil des Gypsgebietes, der Alte Stolberg, gehört nach der Karte zum Harze. Im Texte freilich wird offenbar das ganze Gypsgebiet zum Harze gezogen.

2) Auf der Karte auf S. 53.

3) A. a. O. S. 382–383.

4) Nach den Karten in meinen 1887 erschienenen Vegetationsverhältnissen der Umgebung von Halle.

5) A. a. O. S. 489 3. Abs.

Hier trat mir ausser *Ramalina angustissima* (Anzi) (*R. subfarinacea* Nyl.), die ich in ZAHLBRUCKNER's Cryptogamae exsiccatae Nr. 1252 herausgab, und ausser *R. scopulorum* (Dicks) noch eine andere *Ramalina* entgegen, die gestaltlich eine gewisse Ähnlichkeit mit *R. scopulorum* aufwies, aber auffälligerweise statt der Rotfärbung des Markes mit Kalilauge eine blosse Gelbfärbung zeigte, und hierdurch zugleich von *R. cuspidata* Nyl. abwich, deren Mark bekannlich mit Kalilauge überhaupt keine Reaktion gibt.

Es war daher zu vermuten, dass die in Rede stehende Form eine neue Art darstelle. Die nähere morphologische und chemische Untersuchung, über deren Resultate ich im Folgenden berichten will, sollte diese Vermutung als richtig erweisen. Ich werde daher die neue Art bezeichnen als *Ramalina kullensis.*

Der Thallus ist aufrecht oder etwas hängend, starr, meist dicht strauchig, in älteren Stadien bis über 15 *cm* hoch, von schmutzig gelbgrünlicher oder graugrünlicher Farbe. Aus dem bis 1 *cm* breiten kräftigen Rhizoid entspringen mehrere bis zahlreiche Achsen. Sie sind meist vielfach dichotom verzweigt, schmal bandförmig, an den Enden gewöhnlich zugespitzt und häufig zurückgekrümmt, in der Breite sehr variabel (1—5 *mm* breit) in der Jugend meist sehr schmal, hin und wieder fast drehrund, bisweilen mit zahlreichen schmalen flankenständigen Adventivästchen, die mehr oder minder stark hakig zurückgekrümmt erscheinen. Rinde etwas glänzend, auf dem Querschnitt pseudoparenchymatisch und sklerotisch, an der Innenseite, ähnlich wie bei *R. scopulorum*,[1]) mit starken unterbrochen angeordneten mechanischen Belegen, gebildet aus längsverlaufenden sklerotischen Hyphen mit stark gestreckten Zellen. Durchbrechungen der Rinde in Form von Soralen fehlen, doch kommen dann und wann schmale Atemporen vor. Algenzone ringförmig, dem zentrischen Bau des Thallus entsprechend aus kleinen Algengruppen gebildet.

Mark locker, durch Kalilauge gelb (nicht rostrot oder rotbraun) gefärbt; Markhyphen frei von Kalkoxalat.

Die älteren Thalli meist mit Apothecien und Spermogonien. Apothecien bis über 6 *mm* breit, lateral, mitunter scheinbar terminal. Paraphysen mehrzellig, wenig verzweigt; Endzelle bauchig (kugelig oder ellipsoidisch). Schläuche kurzkeulig. Sporen zu 8, zweizellig, etwa bohnenförmig gekrümmt, an den Enden abgerundet, seltener verschmälert, 12—15 $\mu$ lang, 4—4,5 $\mu$ breit, farblos.

---

1) Vgl. TH. BRANDT, Beiträge zur anatomischen Kenntnis der Flechtengattung *Ramalina*; Dissertation, Münster i. W. Abgedruckt in Hedwigia 1906.

Spermogonien einzeln in kleinen schwach warzigen Anschwellungen des Thallus sitzend, welche mehr oder minder dicht gestellt sind und den Thallusästen bisweilen ein mehr oder minder knotiges Ansehen geben. Form der Spermogonien ellipsoidisch bis eiförmig.

Conidienträger wenig verzweigt, mit schlank flaschenförmigen einzelligen Sterigmen, welche winzige, gestreckt-ellipsoidische bis gestreckt-eiförmige Spermatien abschnüren, deren Länge 3—4 $\mu$, deren Breite 0,8—1,3 $\mu$ beträgt.

Von der Spermogonienwand entspringen sterile, sich verzweigende und anastomosierende Hyphen, welche das Spermogonieninnere als ein feines Netzwerk durchsetzen.

Der Geschmack der Flechte ist ein stark bitterer.

In besonders üppiger Entwicklung fand ich die Flechte an den steil zum Meere abfallenden Granitwänden, wie sie sich z. B. in der Umgebung von Kullens Fyr (Leuchtturm), von Josefinelyst und von Djupadalen vorfinden. An diesen und anderen Stellen überziehen die Thalli in teils fertilem, teils sterilem Zustande oft weite Strecken. Nicht minder häufig siedelt sich die Flechte an den gerundeten Blöcken in unmittelbarer Nähe des Strandes an, z. B. dicht bei Mölle.

An den Felsen, Blöcken, Granitmauern, welche sich in einiger Entfernung vom Meere befinden und die Wege und Felder einrahmen, trifft man *R. kullensis* zwar auch noch an, aber im ganzen spärlich und fast stets ohne Apothecien. Noch weiter vom Meere zurück fand ich sie weder an den Granitmauern, noch an einzelnen Blöcken, noch auch an den Granitbergen vor.

Aus diesen Beobachtungen folgt, dass die Flechte nur da besonders üppig gedeiht, wo sie den salzführenden Winden unmittelbar ausgesetzt ist.

Meine Beobachtungen an *R. angustissima* und *scopulorum* führten zu demselben Ergebnis. Alle drei Ramalinen sind also salzliebend. Am weitesten gegen den Strand scheint auf Kullen *R. scopulorum* vorzugehen. Ich schliesse dies daraus, dass diejenigen Blöcke bei Mölle, die unmittelbar am Strande liegen, an derjenigen Seite, die schon bei mässigem Winde vom Seewasser bespritzt wird, ausschliesslich mit den zierlich strahligen, immer fruktifizierenden Thallusbündeln von *R. scopulorum* besiedelt erschienen. So weit wagten sich also *R. angustissima* und *kullensis* nicht vor.

Auch in der Strandregion der Insel Bornholm scheint die *R. kullensis* auf Granit eine häufige Erscheinung zu sein, was ich aus den mündlichen Mitteilungen des Herrn Dr. G. BITTER und aus den Ramalinenmaterialien schliessen muss, die er dort in einiger Menge sammelte und mir zu überlassen die Freundlichkeit hatte.

Die grosse Mehrzahl der Thalli entsprach nach dem äusseren Baue wie nach dem Verhalten des Markes zu Kalilauge (Gelbfärbung) genau der *R. kullensis*; nur wenige Thalli von *R scopulorum* (Dicks.) (Mark durch Kalilauge rot) und *R. angustissima* (Anzi) waren zugegen. Letztere durch die flankenständigen Sorale ausgezeichnet und im Mark mit Kalilauge ebenfalls rote Färbung annehmend.

Man scheint bisher mit TH. FRIES (Lichenographia scandinavica p. 39) allgemein angenommen zu haben, dass die Ramalinenstrandvegetation von Bornholm, der Westküste Schwedens und der Westküste Norwegens ausschliesslich aus *R. scopulorum* (Dicks.) bestehe.[1] Diese Ansicht muss jetzt fallen gelassen werden. Auf Kullen überwiegt sogar ganz entschieden *R. kullensis*, nicht bloss gegenüber der *R. scopulorum*, sondern auch der *R. angustissima*, und auf Bornholm scheint ähnliches der Fall zu sein.

Ich habe bereits hervorgehoben, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen *R. kullensis* und *R. scopulorum* darin besteht, dass erstere Flechte im Mark durch Kalilauge gelb (nicht rot), letztere dagegen ziegel- bis blutrot wird.

Eine andere wesentliche Differenz liegt im Verhalten zu salzsaurem Alkohol. Kocht man nämlich einen zerkleinerten Thallus oder ein Thallusstück von *R. kullensis*, das man zuvor mit kochendem Benzol auszog, mit absolutem Alkohol aus, fügt dem Auszuge etwas Salzsäure zu und erhitzt ihn bis zum Eindampfen, so erhält man ein blaugrünes bis blaues Produkt. Unter den nämlichen Bedingungen gibt *R. scopulorum* statt eines blauen einen rotbraunen Körper.

Es müssen also in den beiden Flechten zwei durchaus verschiedene Flechtensäuren vorhanden sein.

Die nähere chemische Untersuchung, über die ich in meiner demnächst in LIEBIG's Annalen erscheinenden 16. Mitteilung über Flechtenstoffe ausführlich berichte, hat diese Vermutung bestätigt. Aus *R. kullensis* liess sich die farblose bittere Kullensissäure $C_{22}H_{18}O_{12}$, aus *R. scopulorum* die farblose bittere Scopulorsäure $C_{19}H_{16}O_9$ isolieren.

Beide Stoffe unterscheiden sich wesentlich in folgenden Punkten:

| | Kullensissäure: | Scopulorsäure: |
|---|---|---|
| 1. | Schmilzt nicht, sondern verkohlt (über 260°). | Schmilzt bei 260°. |
| 2. | Alkoholische Lösung durch Eisenchloridspuren rot. | Alkoholische Lösung durch Eisenchloridspuren violett. |

1) Man vergleiche die Betrachtungen von E. WARMING, Dansk Plantevaekst, Kopenhagen und Kristiania 1906, Teil I, referiert in ENGLER's Jahrbüchern 1906.

| Kullensissäure: | Scopulorsäure: |
| --- | --- |
| 3. Die Lösung in Kalilauge ist gelb. | Die Lösung in Kalilauge ist erst gelb, dann mehr rot. |
| 4. Die salzsaure alkoholische Lösung liefert beim Erhitzen einen blauen oder blaugrünen Körper. | Die salzsaure alkoholische Lösung liefert beim Erhitzen keinen blauen Körper, sondern einen rotbraunen. |
| 5. Beim Kochen mit Essigsäureanhydrid am Rückflusskühler entsteht ein amorpher harzartiger Stoff. | Beim Kochen mit Essigsäureanhydrid entsteht ein kristallisierender Körper vom Schmp. 235—236°. |

Nebenher sei bemerkt, dass ich aus beiden Flechten einen und denselben gelben Körper gewann, der sich als Dextro-Usninsäure erwies.

Wie ich bereits erwähnte, teilte mir Herr Dr. BITTER eine von Bornholm stammende *Ramalina* mit, welche in morphologischer Beziehung mit *R. kullensis* vollkommene Übereinstimmung zeigte. Bei der chemischen Untersuchung von 90 *g* jenes Materials erhielt ich nun ebenfalls eine kleine Menge von Dextro-Usninsäure und etwa 2 pCt. von Kullensissäure. Es scheint mir daher die Identität der Flechte von Kullen mit der von Bornholm auch nach dieser Richtung vollkommen sicher gestellt.

Zweifellos stellt auch das, was P. J. HELLBOM, ein genauer Kenner der Flechten Bornholms,[1]) in Nr. 1087 von ARNOLD's Lichenes exsiccati unter dem Namen *Ramalina scopulorum* (Dicks.) Nyl. von Felsklippen am Meeresufer bei Gudhjem auf Bornholm herausgab, nichts anderes als *R. kullensis* dar. Die mir zur Verfügung stehenden beiden Exemplare (ein grösseres, 13 *cm* hohes, fruktifizierendes und ein kleineres, steriles) stimmten habituell und anatomisch vollkommen mit letzterer Flechte überein. Das grössere, 3,2 *g* wiegende Exemplar wurde chemisch geprüft. Ich kochte es im gepulverten Zustande zunächst mit Benzol aus, um die Usninsäure wegzuschaffen und extrahierte hierauf mit siedendem absoluten Alkohol. Beim Erkalten der Lösung schied sich eine von Wachs herrührende Trübung ab, die abfiltriert wurde. Das Filtrat versetzte ich mit einigen Tropfen starker Salzsäure und dampfte es auf dem Wasserbade allmählich ein. Hierbei erhielt ich keinen rotbraunen, sondern einen schön indigoblauen Körper, ein sicheres Zeichen, dass es sich nicht um *R. scopulorum*, sondern um *R. kullensis* handelte.

---

1) Vgl. dessen „Bornholms Lafflora“, Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar, Bd. 16, Afd. III. Einen Abdruck derselben hatte Herr Prof. EMIL CHRIST. HANSEN in Kopenhagen die Güte, mir zur Verfügung zu stellen.

Offenbar hat bereits WESTRING die Flechte auf den Klippen von Marstrand in Schweden beobachtet, denn was er in seiner „Svenska Lafvarnas Färghistoria“, Stockholm 1805—1809, auf S. 311 in Fig. B unter *Ramalina scopulorum* Ach. fruchtend abbildet, gleicht genau meiner *R. kullensis*.

Man könnte fragen, ob nicht vielleicht *R. kullensis* identisch sei mit der in Frankreich am Meeresstrande wachsenden *R. armorica* Nyl., da A. HUE in seinen Addenda ad Lichenographiam europaeam p. 33 die Angabe macht, dass letztere Flechte mit Kalilauge im Mark ebenfalls gelb wird.

Ich sandte daher meine *R. kullensis* an Herrn Abbé HUE mit der Anfrage, ob er beide Flechten für identisch halte. Er schrieb mir darauf, dass meine Flechte mit *R. armorica* in der Kalireaktion übereinstimme, bedauerte aber, kein NYLANDER'sches Original von *R. armorica* zu weiterem Vergleiche zu haben. Durch seine freundliche Ermittlung erhielt ich jedoch ein solches, und zwar war Herr Dr. VIAUX GRAND MARAIS so gütig, mir dasselbe zur Verfügung zu stellen. Es stammte direkt von NYLANDER und hatte die Bezeichnung *R. nigripes* Weddell var. *armorica* Nyl.

Bei der Prüfung desselben liessen sich folgende erhebliche Unterschiede gegenüber *R. kullensis* feststellen:

Die Thallusachsen sind an der Basis, ganz wie bei *R. Curnowii*, schwarz gefärbt (daher auch die Bezeichnung *nigripes*), was bei *kullensis* ebensowenig wie bei *scopulorum* der Fall ist.

Der alkoholische Auszug einiger zertrümmerter, zuvor mit heissem Benzol (zur Erfernung der Usninsäure) behandelter Thallusäste gab nach Zusatz von wenig Salzsäure beim Erhitzen auf dem Wasserbade nicht einen blaugrünen bis blauen Körper, sondern vielmehr einen rotbraunen.[1])

Aus diesen beiden Beobachtungen ergibt sich bereits, dass *R. kullensis* und *R. armorica* zwei durchaus verschiedene Spezies repräsentieren.

Was endlich die der *R. kullensis* gestaltlich ähnliche *R. cuspidata* Nyl. anbetrifft, so gibt diese im Gegensatz zu *kullensis* im Mark mit Kalilauge weder Rot-, noch Gelbfärbung, was darauf beruht, dass sie nach HESSE (Journ. für prakt. Chem. [2], Bd. 62, S. 440) Cuspidatsäure erzeugt, die mit Kalilauge keine Farbreaktion aufweist.

## Diagnosis.

Thallus erectus vel subpendulus, 5—16 *cm* et ultra longus, rigidus, pallide stramineo-virens vel cinereo-virens aut livido-virens, rhizoido disciformi valido instructus.

---

1) Ich muss übrigens bemerken, dass das NYLANDER'sche Original mit Kalilauge nicht gelb wurde, sondern rotbraun, nach vorheriger Gelbfärbung. HUE (loc. cit.) spricht nur von Gelbfärbung des Markes.

Rami plerumque fasciculatim e rhizoïdo enati, taeniaeformes, 1—5 *mm* lati, dichotome ramosi, apice attenuati, conditionibus propriis ramulis lateralibus adventitiis brevibus tenuibus plerumque nutantibus ornati.

Stratum corticale numquam soralibus hinc inde autem poris pneumaticis (Atemporen, Durchlüftungsstellen) pervium, cellulis scleroticis pseudoparenchymatice conjunctis instructum, subnitens, latere interiore confirmatum fasciculis mechanicis, e cellulis valde elongatis scleroticis constantibus. Zona algarum concentrica. Stratum medullare laxe contextum, KHO flavescens, non rubescens, Calcium oxalaticum non gerens; hyphae acido kullensi (Kullensissäure) incrustatae.

Apothecia et spermogonia in thallis aetate provectis non rara. Spermogonia ellipsoïdea vel ovoïdea, ramorum partes apicales praesertim occupantia, protuberantiis hemisphaericis vel depressis thalli insidentia. Basidia parum ramosa, sterigmatibus lageniformibus ornata. Spermatia recta, elongato-ellipsoïdea vel ovoïdea, 3—4 $\mu$ longa 0,8—1,3 $\mu$ crassa.

Apothecia lateralia (hinc inde pseudo-terminalia), usque ad 6 *mm* lata, sessilia vel vix stipata.

Asci abbreviato-clavati, 8 spori. Sporae diblastae, fabaeformes, apice rotundatae vel (raro) attenuatae, 12—15 $\mu$ longae, 4—4,5 $\mu$ crassae, hyalinae.

Sapor thalli valde amarus.

Stationes. Ad scopulos marinos graniticos peninsulae Kullen Sueciae occidentalis, et insulae danicae Bornholm abundanter et plerumque fertilis.

Münster i. W., Botanisches Institut der Universität.

---

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—4. *Ramalina kullensis* von Granitklippen der Halbinsel Kullen (Westschweden).

Fig. 1 u. 2. Jüngere sterile Thalli.

Fig. 3. Ein älterer steriler Thallus.

Fig. 4. Ein älterer mit Apothecien versehener Thallus.

Fig. 5. *R. armorica* Nyl. mit Apothecien, Originalexemplar von der Insel Ile d'Yeu, Frankreich.

# 90. N. Gaidukov: Ultramikroskopische Untersuchungen der Stärkekörner, Zellmembranen und Protoplasten.

Eingegangen am 22. Dezember 1906.

Dr. SIEDENTOPF sagt über die Prinzipien der ultramikroskopischen Apparate Folgendes.[1])

„Die Sichtbarmachung ultramikroskopischer Teilchen beruht nicht in erster Linie auf der Anwendung hoher mikroskopischer Vergrösserung, sondern auf Kontrastwirkung,[2]) welche ihr Maximum bei vollkommener Dunkelfeldbeleuchtung erreicht. Letztere verlangt, dass von den beleuchtenden Strahlen keiner im Okulargesichtsfelde des Mikroskops direkt wirksam ist, sondern die Abbildung lediglich durch Strahlen erfolgt, welche im Objekt abgebeugt werden. Dieses erscheint dann hell auf dunklem Grunde. Ist das Objekt ultramikroskopisch, d. h. kleiner als $\frac{\lambda}{a_1 + a_2}$, worin $\lambda$ die Wellenlänge des benutzten Lichtes, $a_1$ die numerische Apertur der wirksamen Beleuchtung und $a_2$ die Apertur des abbildenden Objektivs bezeichnet, also kleiner als etwa 200 $\mu\mu$, so wird es abgebildet als rundes, helles Beugungsscheibchen, welches je nach der Intensität von einem oder mehreren Beugungsringen umgeben ist, genau wie die Abbildung von Fixsternen im Teleskop erfolgt."

Man kann die verschiedenen möglichen ultramikroskopischen Methoden mit SIEDENTOPF[3]) nach dem Winkel einteilen, den die Hauptachse der beleuchtenden Strahlen mit der Hauptachse der abgebeugten Strahlen bildet und dem Verhältnis der wirksamen Apertur der Beleuchtungslinsen und des Beobachtungsobjektivs. Man kann sie aber auch nach charakteristischen Eigentümlichkeiten des apparativen Arrangements einteilen, das getroffen werden muss, um eine Dunkelfeldbeleuchtung zu realisieren. Während die erstere Einteilung den Vorzug der geometrischen Anschaulichkeit besitzt, ist

1) In N. GAIDUKOV, Über die Anwendung des Ultramikroskopes nach SIEDENTOPF zur Untersuchung lebender Objekte. Verh. der Deutschen Zool. Ges. 1906, S. 250–253.

2) E. ABBE, On the Estimation of Aperture in the Microscope. Journ. R. Micr. Soc. Lond. (2) I, S. 388–423, 1881; vgl. insbes. S. 415 u. 416. Deutsche Übersetzung siehe in E. ABBE, Gesammelte Abhandlungen (GUST. FISCHER, Jena 1904) Bd. 1, S. 362–363.

3) H. SIEDENTOPF: Über die physikalischen Prinzipien der Sichtbarmachung ultramikroskopischer Teilchen. Berl. klin. Wochenschr. 1904, Nr. 32.

die letztere da vorzuziehen, wo es sich darum handelt, die fertigen Apparate zu charakterisieren, ohne allzu nahes Eingehen auf den wirklichen Strahlenverlauf.

„Von diesem mehr konstruktiven Gesichtspunkte aus haben wir drei Typen von Ultramikroskopen zu unterscheiden.

1. Das Ultramikroskop mit orthogonaler Anordnung der Beleuchtungs- zur Beobachtungsrichtung nach SIEDENTOPF und ZSIGMONDY,[1]) bei welchem durch Abbildung eines Spaltes in den mehrere Millimeter dicken festen oder flüssigen Präparaten auf optischem Wege einen Dünnschnitt bis zu $^1/_2\,\mu$ Dicke herunter herstellt (Ultramikroskop nach dem Prinzip des optischen Schnittes). Es hat bereits eine sehr grosse Bedeutung für physikalische[2]) und chemische Untersuchungen, insbesondere über Farbstofflösungen und kolloidale Objekte[3]) erlangt.

2. Das Ultramikroskop nach dem Prinzip der Totalreflexion. Hierbei wird die Dunkelfeldbeleuchtung dadurch erreicht, dass im Mikroskopfocus die beleuchtenden Strahlen so verlaufen, dass sie sämtlich an der Oberfläche des Deckglases eine Totalreflexion erleiden und infolgedessen nicht in das Beobachtungsobjektiv (Trockensystem) treten können. Hierfür ist von SIEDENTOPF ein Glasparaboloidkondensor angegeben, und von COTTON und MOUTON[4]) ein Prisma. Das Paraboloid gestattet eine viel stärkere Sammelwirkung als das Prisma und ermöglicht daher eine weit grössere Sichtbarkeit kleiner Teilchen. Ein solches Paraboloid ist übrigens schon von WENHAM und STEPHENSON[5]) angegeben worden. Es ist aber von jenen durch den Anschliff einer Hohlkugelfläche entweder keine Totalreflexion im Focus erreicht, welche allein die Dunkelfeldbeleuchtung realisiert, oder es ist bei einer anderen Ausführung ohne diese Hohlkugelfläche die Wirkung nicht recht erkannt, indem fälschlich angenommen wurde, dass durch die Totalreflexion an dem Deckglase eine Beleuchtung von oben her stattfände und hierdurch das Objekt sichtbar würde. Zu jenen Zeiten war eben von Beugung des Lichtes an mikroskopischen oder ultramikroskopischen Objekten noch nichts bekannt. Ferner ist an Stelle des Prismas von COTTON

1) H. SIEDENTOPF und R. ZSIGMONDY: Über Sichtbarmachung und Grössenbestimmung ultramikroskopischer Teilchen mit besonderer Anwendung auf Goldrubingläser. — Ann. d. Phys. Bd. 10, 1903, S. 1—39.

2) H. SIEDENTOPF: Ultramikroskopische Untersuchungen über Steinsalzfärbungen. Physikal. Z., S. Bd. 6, 1905, S. 855—866.

3) R. ZSIGMONDY: Zur Erkenntnis der Kolloide. G. FISCHER, Jena 1905. H. SIEDENTOPF: Ultramikroskopische Litteratur. Zeitschr. für Chemie und Industrie der Kolloide Bd. 1, 1906, S. 173—176.

4) A. COTTON et H. MOUTON: Nouveau procédé pour mettre en évidence les objets ultramicroscopiques. Compt. rend. Bd. 136, 1903, S. 1657—1659.

5) W. B. CARPENTER: The Microscope. London 1891, S. 265 u. S. 268.

und MOUTON ein bequemeres Prisma angegeben worden, bei welchem die ursprüngliche Einfallsrichtung des Lichtes coaxial mit der Mikroskopachse stattfindet und nicht schräg gegen diese geneigt ist wie bei COTTON und MOUTON.“ Vor kurzem hat auch C. REICHERT einen ähnlichen Apparat (Ultramikroskop mit Spiegelkondensor) konstruiert.[1])

3. „Ultramikroskopische Einrichtungen nach dem Prinzip der Abblendung. — Man kann schliesslich auch mit geeignet angesetzten Blenden eine Dunkelfeldbeleuchtung[2]) herstellen. Legt man sie unter den Kondensor, so blendet man zweckmässig das zentrale Licht damit ab und beobachtet mit Objektiven von geringerer Apertur, als die Strahlen besitzen, welche nach der Abblendung aus dem Kondensor treten können. Hier ist es am besten, durch eine zentrale Blende im Kondensor, num. Apertur 1,4, alle Aperturen der Beleuchtung von 0—1 abzublenden, den Objektträger mit einem Wasser- oder Öltropfen auf ihn zu legen und mit einem Trockensystem zu beobachten. Mit dieser einfachen Anordnung, die mit jedem Mikroskop ohne weiteres zu treffen ist, erreicht man dasselbe, wie mit der Anordnung nach COTTON und MOUTON. Zweitens kann man mit zentraler Apertur beleuchten, am besten mit Aperturen von 0—0,2, und diese Aperturen durch Abblendung am Objektiv vernichten, sodass sie im Okulargesichtsfelde nicht zur Wirkung gelangen. Am besten ist es hiernach, den Scheitel der Frontlinse von der Apertur 0—0,3 abzublenden. Man benutzt dann zur Beobachtung nur die Randpartien des Objektivs, welche unabgeblendet bleiben. Bei Verwendung von homogener Immersion, num. Apertur 1,3, zur Beobachtung bleibt für die Abbildung noch das reichlich bemessene Intervall der Apertur von 0,3—1,3 zur Verfügung. Die Beleuchtung macht man passend mit einer geeigneten Lupenlinse, die man zweckmässig durch Scharnierbewegung mit dem gewöhnlichen ABBE'schen Kondensor auswechselt (Wechselkondensor), um einen bequemen Übergang von der gewöhnlichen mikroskopischen Beleuchtung zur Dunkelfeldbeleuchtung herzustellen. Eine derartige Einrichtung ist von SIEDENTOPF[3]) angegeben. Statt der Abblendung an der Frontlinse kann man als Notbehelf auch eine entsprechende Schieber- oder Einhängeblende über dem Objektiv[4]) oder eine passende Blende

1) CARL REICHERT: Österr. Chemiker-Zeitung, Bd. 10, 1907, S. 5—7. Neuer Spiegelkondensor zur Sichtbarmachung ultramikroskopischer Teilchen.

2) W. GEBHARDT: Über rationelle Verwendung der Dunkelfeldbeleuchtung. Z. f. wiss. Mikroskopie Bd. 15, 1898, S. 289—299.

3) H. SIEDENTOPF: On the rendering visible of ultramicroscopic particles and of ultramicroscopic bacteria. Journ. R. Micr. Soc. London 1903, S. 573—578.

4) A. TÖPLER: Über die Methode der Schlierenbeobachtung als mikroskopisches Hilfsmittel, nebst Bemerkungen zur Theorie der schiefen Beleuchtung. POGGENDORF's Annalen der Physik und Chemie, Bd. 127, 1866, S. 556—580.

über dem Okular[1]) in der Austrittspupille des ganzen Mikroskops anbringen, oder man kann noch in primitiverer Weise eine Art Dunkelfeldbeleuchtung durch passende Stellung des Beleuchtungsspiegels und der Irisblende unter dem Mikroskopkondensor herstellen (schiefe Beleuchtung), wodurch man aber bei Anwendung des für ultramikroskopische Untersuchungen notwendigen Bogenlichtes stets sehr lästige Reflexe zwischen den vielen Linsenflächen, abgesehen von anderen Unvollkommenheiten, mit in den Kauf nimmt."

Ausser der oben erwähnten Immersion, Apochromat 2 *mm*, num. Apertur 1,3, sind nach meinem Vorschlage von SIEDENTOPF auch die Trockensysteme Achromat D und Apochromat 4 *mm* mit fester Blende an der Frontlinse versehen. Mit diesen von der Firma CARL ZEISS in Jena hergestellten Einrichtungen[2]) sind die im folgenden beschriebenen Untersuchungen ausgeführt, und zwar mit Hilfe eines besonderen Spiegelstativs bei vertikalem Mikroskoptubus.

Kürzlich hat Dr. SIEDENTOPF diesen Apparat folgendermassen vereinfacht und infolgedessen erheblich verbilligt: „Eine Zentriervorrichtung für Objektive[3]), einschiebbar in Kondensorschiebhülse, benutzt mit Achromat A zur Beleuchtung. Der positive Krater der in etwa 80 *cm* Entfernung stehenden Bogenlampe oder die Sonne (Heliostat) werden mit Hilfe dieses Systems A, des planen Mikroskopspiegels und mit Hilfe des Kondensortriebes in der Oberfläche des Objektträgers abgebildet. Beobachtet wird mit System D mit fester Blende von ZEISS in Jena, welche die beleuchtenden Strahlen absorbiert und die abgebeugten zur Abbildung durchlässt."

Bis jetzt ist die Meinung verbreitet, dass man mit Hilfe des Ultramikroskopes nur die kleinen Teilchen, die sich in einem homogenen Medium, z. B. Wasser, Glas usw., befinden, untersuchen kann. Meine Arbeit[4]) hat aber den Beweis erbracht, dass man mit Hilfe des genannten Apparates die Struktur ganz grosser Zellen, ja sogar dünne Gewebeschnitte untersuchen kann.

---

1) SIGM. EXNER: Ein Mikro-Refraktometer. Arch. für mikroskop. Anatomie Bd. 25, S. 97—112, 1885. J. W. GORDON: Dark Field Illumination. Journ. R. Micr. Soc. London, Bd. 171, 1906, S 157—160.

2) CARL ZEISS, Jena: Beschreibung der Einrichtungen zur Untersuchung ultramikroskopischer Teilchen, 1904, Druckschriften Sign. M. 164.

3) CARL ZEISS, Mikro-Katalog, 33. Ausg. 1906, S. 32, f. 12.

4) N. GAIDUKOV, l. c. S. 254—258. Über Untersuchungen mit Hilfe des Ultramikroskopes nach SIEDENTOPF (Ber. der Deutschen Botan. Ges. 1906, Bd. 24, S. 107). Weitere Untersuchungen mit Hilfe des Ultramikroskopes nach SIEDENTOPF (ibid S. 155). Über die ultramikroskopischen Eigenschaften der Protoplasten (ibid S. 193). Vgl. auch E RAEHLMANN, Die ultramikroskopische Untersuchung nach H. SIEDENTOPF und R. ZSIGMONDY und ihre Anwendung zur Beobachtung lebender Organismen (München. medizin. Wochenschrift Nr. 2, 1904). Über ultramikroskopische sichtbare Blutbestandteile (Deutsche medizin. Wochenschrift, 1904, Nr. 29). Über Trachom (Beitr. zur Augenheilkunde, 62. Heft, 1905).

Der Vorteil der ultramikroskopischen Untersuchung bei den zuerst genannten Objekten besteht darin, dass man mit Hilfe des genannten Apparates viel kleinere Teilchen sehen kann, wie beim gewöhnlichen mikroskopischen. Die Teilchen, die im ultramikroskopischen Gebiet liegen, haben einen Durchmesser von 5 bis 200 $\mu\mu$. Natürlich sieht der Zellinhalt, der solche kleine Teilchen enthält, ganz anders aus wie bei gewöhnlicher Beleuchtung. Die kleinen ultramikroskopischen Teilchen sind die Ultramikronen genannt worden. Je nachdem die Ultramikrone sich sichtbar machen lässt oder nicht, wird sie sub- oder amikroskopisch genannt. Die aus Amikronen bestehenden Objekte sind überall leuchtend, aber nicht in einzelne Teilchen auflösbar. Die ganz dunklen Körper sind als optisch leer zu bezeichnen.

Mit Hilfe des Heliostatenlichtes kann man viel mehr sehen als mit Hilfe des elektrischen Bogenlichtes. Bei sehr kleinen Teilchen sieht man nicht den Körper der Teilchen selbst, sondern nur die Beugungsscheibchen. Aber nach der Gestalt der Beugungsfigur kann man auch mitunter die Form der Teilchen beurteilen. So werden z. B. runde oder zylindrische Teilchen ganz regelmässige Beugungsringe zeigen, dagegen wird ein 8förmiges Teilchen eine unregelmässige Beugungsfigur zeigen. Die dicken Gewebeschnitte kann man aus folgendem Grunde ultramikroskopisch nicht beobachten. Die nicht im Focus liegenden Gewebeschnitte beleuchten so stark die im Focus liegende Schicht, dass die letztere ganz hell erscheint, man bekommt oft ein Bild dunkel auf hell wie bei gewöhnlicher Beleuchtung. Diese interessante Erscheinung, nämlich das Fehlen der Dunkelfeldbeleuchtung bei dicken Objekten, habe ich sehr gut bei der Untersuchung der Gewebeschnitte der *Vallisneria*-Blätter sowie der der grossen *Nitella*-Zellen beobachtet. In ein und demselben Präparate erscheinen die letzteren je nach der Dicke des Objektes entweder auf hellem oder auf dunklem Felde. Der Unterschied zwischen den erst bei gewöhnlicher Beleuchtung und dann bei der Dunkelfeldbeleuchtung beobachteten Bildern ist ganz auffallend. Bei der Anwendung der stärksten Vergrösserung sieht man manchmal, dass bei gewöhnlicher Beleuchtung das ganze Beobachtungsfeld leer ist. Dagegen sieht man bei Anwendung der Dunkelfeldbeleuchtung, dass das ganze Feld voll beweglicher Teilchen ist und einem Sternenhimmel gleicht.

Es ist noch zu bemerken, dass das einzige Ultramikroskop, mit welchem die Struktur der Zellen, dünner Gewebeschnitte, Stärkekörner und auch der dünnen Schnitte der Gelkolloide, (Kollodium, Gelatine usw.) untersucht werden kann, das Ultramikroskop nach dem Prinzip der Abblendung nach SIEDENTOPF (mit dem Wechselkondensor oder dem neuen vereinfachten Modell) ist. Mit dem

Ultramikroskop nach dem Prinzip der totalen Reflexion sind diese Untersuchungen unmöglich. Den Unterschied in der wichtigen Präzision der Strahlenvereinigung im Focus sieht man z. B. sehr gut bei den Blutkörperchen. Bei der Anwendung des ersteren Ultramikroskopes (Abblendung) sieht man die Struktur genannter Objekte sehr gut, auch sind dieselben stark leuchtend, während bei der Anwendung des zweitgenannten Ultramikroskopes (totale Reflexion) dieselben ganz dunkel erscheinen.

Die bis jetzt ausgeführten ultramikroskopischen Untersuchungen[1]) zeigen, dass die Kolloide Teilchen enthalten, die sich in einem optisch leeren Medium befinden. Dass bei den Kolloiden eine ultramikroskopische Struktur vorhanden ist, hat K. VON NÄGELI schon in seiner Micellartheorie angenommen.[2]) Es ist deshalb wohl berechtigt, wenn wir die von NÄGELI gewählte Bezeichnung Micelle auch für die ultramikroskopischen Teilchen anwenden.[3]) Auch meine ultramikroskopischen Untersuchungen der Stärkekörner und der Zellmembranen bestätigen die theoretischen Schlüsse von NÄGELI.

Die Stärkekörner (Weizen und Kartoffel) bestehen ultramikroskopisch betrachtet aus konzentrischen oder exzentrischen Reihen der Micellen, zwischen denen sich optisch leere Reihen befinden. Der „Kern“ der Stärkekörner scheint meistens optisch leer oder amikroskopisch gebaut zu sein. Die Micellarreihen sind am besten an der Peripherie (Rinde) zu sehen.

Beim Quellen (warmes Wasser oder Lauge) der Stärkekörner, resp. bei der Bildung des Kleisters sieht man Folgendes: Die Teilchen gehen mehr und mehr auseinander und die excentrische oder konzentrische Anordnung der Micellarreihen verschwindet sehr schnell. Wenn bei den gequollenen Körnern mikroskopisch die Schichtung noch prachtvoll zu sehen ist, sieht man ultramikroskopisch nur eine ganz unregelmässige Anordnung der Micellarreihen. Beim weiteren Quellen verlieren die Stärkekörner ihre Gestalt, und so bildet sich ein amorphes Gel, d. h. Kleister, das aber auch Teilchen enthält. Beim Quellen werden die Micellarreihen immer besser sichtbar und immer leuchtender, weil die Abstände zwischen ihnen immer grösser werden. Aus diesem Grunde sind auch die Micellen in den Rissen

1) S. H. SIEDENTOPF, Ultramikroskopische Literatur, l. c.

2) NÄGELI, Die Stärkekörner 1858, S. 424, Botanische Mittheil. 1862, S. 217, S. 1. Theorie der Gährung, 1879, S. 121. Theorie der Abstammungslehre, 1884, S. 35. NÄGELI und SCHWENDERER, Das Mikroskop, 1877, S. 532. Vgl. auch PFEFFER, Osmotische Untersuchungen, 1877, S. 32.

3) COTTON und MOUTON, Les ultramicroscopes et les objets ultramicroscopiques, Paris, 1906, S. 123) wenden die Bezeichnung „Micellen“ für eine Art ultramikroskopischer Teilchen an, aber sie berücksichtigen die Theorie von NÄGELI nicht.

der getrockneten Stärkekörner sehr gut sichtbar. Im Kleister dagegen erscheinen die Micellen sehr schwach leuchtend.

Die Cellulose-Membranen (besonders gut die Ramie-Fasern und die leeren Zellen von *Oedogonium*), die Holz- und Korkmembranen (Fichte, Linde usw.) bestehen aus mehr oder weniger parallelen Reihen der Micellen, zwischen denen optisch leere Reihen sich befinden. In den Cellulose-Membranen sind die Micellen sehr schwach leuchtend und klein, dagegen in den Holz- und Korkmembranen sehr stark leuchtend und gross.

Meine Untersuchungen zeigen weiter, dass die Protoplasten vom ultramikroskopischen und vom kolloid-chemischen[1]) Standpunkt Folgendes darstellen.

1. Das lebende Protoplasma bezw. Cytoplasma (ohne Plasmahaut) ist ein Hydrosolenkomplex[2]). Die Micellen in diesem Hydrosolenkomplex bewegen sich ebenso, wie in den Gold- und Silberhydrosolen (BROWN'sche Bewegung, d. h. Oscillation, Wackeln, Zusammenstossen, Auseinandergehen, Schwingungen bei der Vorwärtsbewegung usw.). Auch bei den starken Protoplasmaströmungen bleibt die Bewegung der Micellen der BROWN'schen vollkommen ähnlich. Wenn die Zahl der Micellen im Protoplasma gross ist und die Abstände zwischen ihnen klein sind, so ist die BROWN'sche Molekularbewegung wegen gegenseitigen Stossens der Micellen schwach, und der ganze Hydrosolenkomplex ähnelt einem Hydrogele. Ist dagegen die Zahl der Micellen des Protoplasmas klein, so ist die BROWN'sche Bewegung sehr stark. Die Zahl der Micellen des Protoplasmas hängt von der Ernährung der Zelle ab. Wenn z. B. eine Kultur von *Spirogyra* im Sonnenlicht steht, so ist die Zahl der Micellen sehr gross und die Bewegung kaum sichtbar. Steht dieselbe Kultur einen Tag im Schatten, so ist die schöne BROWN'sche und manchmal auch die Strömungsbewegung des Plasmas vorhanden. Dasselbe kann man auch bei den Oscillarien, Oedogonien, Vaucherien (wo die Bewegung am schwersten zu konstatieren ist) usw. beobachten. Die

1) Der Unterschied zwischen Hydrosole und Hydrogele, Reversibilität und Irreversibilität usw. vgl. R. ZSIGMONDY, Zur Erkenntnis der Kolloide, Jena, 1905, S. 10–76. W. PAULI, Wandlungen in der Pathologie durch die Fortschritte der allgemeinen Chemie, Wien, 1905.

2) Über den flüssigen Zustand des Protoplasmas vgl. G. BERTHOLD, Studien über Protoplasmamechanik, 1886, S. 6, 64. W. PFEFFER, Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vacuolen, Abh. math.-phys. Kl. k. sächs. Ges. Wiss. Leipzig, XVI, 1890, S. 253–255. FR. SCHWARTZ, Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas, Beitr. zur Biol. der Pflanzen, V. 1892, S. 130. ARTHUR MEYER, Untersuchungen über die Stärkekörner, 1895, S. 308. Notiz über eine die supramaximalen Tötungszeiten betreffende Gesetzmässigkeit. Diese Berichte, 24, 1906, S. 340. O. BÜTSCHLI, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma, 1892, S. 75. M. VERWORN, Allgemeine Physiologie, 4. Aufl., S. 100 usw.

schnellste und stärkste Bewegung der Micellen findet in den Plasmodien der Myxomyceten statt. Die Micellen der Protoplasma-Hydrosolen sind vorwiegend die Proteïnmicellen, wie dies mikrochemische Reaktionen zeigen.[1])

2. Das Protoplasma (Hydrosolenkomplex) ist gegen Zellhaut, Wasser usw. und gegen Zellsaft durch eine Hydrogelschicht (Plasmahaut) geschützt. Die Entstehung dieser Hydrogelschutzschicht ist folgendermassen zu erklären. Die im Medium, in dem Protoplasma sich befindet, sowie auch im Zellsaft vorhandenen Elektrolyte wirken auf die äussere Schicht des Plasmas, die mit denselben in Berührung kommt. Deswegen koagulieren die Micellen dieser Aussenschicht zusammen, und auf diese Weise entsteht eine festere Schicht, welche das innere Plasma vor schädlichen Wirkungen der Elektrolyten schützt. Die Funktionen dieser Schicht sind höchst wichtig und von PFEFFER[2]) ausgezeichnet untersucht. Auch schützt diese Schicht den irreversiblen Teil der Protoplasma-Hydrosolen vor der Koagulation und den reversiblen Teil vor weiterer Lösung im Wasser. Der Unterschied dieser beiden Teile des Protoplasmas ist sehr gut in den Quetschpräparaten zu beobachten. Beim Zerdrücken der Zellen sieht man, dass einige Klümpchen in einzelne Micellen zerfallen und dabei die letzteren sehr rasch und typisch in verschiedenen Richtungen mit starker BROWN'scher Bewegung auseinandergehen. Beim Zusammenstossen gehen diese Micellen wieder auseinander (reversibler Teil). Die anderen Micellen vereinigen sich dagegen bei Zusammenstossen, d. h. koagulieren (irreversibler Teil). Die Plasmahaut wird wahrscheinlich aus diesem irreversiblen Teile (Plastin) gebildet. Für das Vorhandensein dieser zwei Teile spricht auch die mikroskopisch längst bekannte Tatsache[3]), dass das tote Plasma aus einem mehr festerem peripherischen Teil und einem wenig festerem inneren besteht. Bei der Vernichtung der Membran[4]) des toten Plasmas bildet sein innerer Teil wieder ein Hydrosol.

Es ist auch leicht zu erklären, warum bei der Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper und bei der mit diesem Prozess verbundenen Verwundung die Plasmahaut[4]) so leicht geheilt wird: die

1) Vgl. GAIDUKOV, Verh. der Deutsch. zool. Ges. l. c., S. 255.

2) Osmotische Untersuchungen, S. 121, 123, 137 usw., Abh. phys.-math. Kl. sächs. Ges. Leipzig, l. c.. S. 186, 244–251 usw., Pflanzenphysiologie, I, 1897, S. 91. Vgl. auch NÄGELI, Pflanzenphysiologische Untersuchungen, 1855, I, S. 9 u. 10, Mikroskop, S. 552, HOFMEISTER, Pflanzenzelle, 1867, § 4 und 8 und SCHWARZ, l. c. S. 165–167.

3) Vgl. PFEFFER, Osmot. Unters. S. 137.

4) Vgl. PFEFFER, Über Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper, Abh. phys.-math. Kl. k. sächs. Ges. Leipzig, 16. Bd., 1890, S. 149, 162 usw., Osmot. Unters. S. 160, HOFMEISTER, Pflanzenzelle, S. 77.

mit diesen festen Körpern eindringenden Elektrolyten wirken auf die zunächst liegenden Micellen der Protoplasmahydrosole. Diese Micellen koagulieren, vereinigen sich mit der zerrissenen Geleschicht und bedecken auf diese Weise die offene Wunde.

Der mikroskopische Unterschied zwischen Hyalo- und Körnerplasma[1]) ist ultramikroskopisch nicht zu sehen. Das ganze innere Plasma erscheint als ein Hydrosol. Die Plasmahaut ist dagegen sehr dünn und amikroskopisch gebaut.

3. Beim Absterben des Protoplasmas entsteht ein Hydrogelenkomplex, der aus einem irreversiblen und einem reversiblen Teile besteht (s. oben). Im allgemeinen kann man in den Zellen von Blumenstaubhaaren der *Tradescantia* folgende Änderungen des Plasmas beobachten:

I. Junge zellsaftarme Zellen; die Micellen mit schöner BROWN'scher Bewegung.

II. Ältere grosse zellsaftreiche Zellen mit Protoplasmaströmungen. Ungeachtet der letzteren kann man auch die BROWN'sche Bewegung gut beobachten.

III. Absterbende Zellen mit mehr oder weniger geschrumpftem Protoplasma und ausgelaufenem Zellsaft. Bei den Micellen bleibt noch ziemlich starke BROWN'sche Bewegung.

IV. Tote Zellen. Der Hydrosolenkomplex wandelt sich in einen Hydrogelenkomplex um: das Protoplasma schrumpft zusammen und die Micellen sind unbeweglich.

4. Der Zellkern besteht aus einem Komplex wasserarmer Hydrosolen. Die Chromatophoren ähneln mehr den Hydrogelenkomplexen. Die Mikrosomen bestehen aus mehreren Micellen und sind den „Micellarverbänden“ von NÄGELI vergleichbar.

---

In der letzten Zeit wurden viele Analogien zwischen der toten und der lebenden Natur gefunden.[2]) In der Kolloidchemie und in der Kristallographie sind mehrere biologische Ausdrücke eingeführt, wie Keimung, Schutz,[3]) Lähmung, Erholung,[4]) Regeneration, Kopulation, Selbstteilung, Vergiftung, Kreuzung usw.[5]). Man kann sagen, dass der Tod des Protoplasmas viel Ähnlichkeit

1) Vgl PFEFFER, Abh. k. sächs. Ges. Wiss. l c., S. 190.

2) Vgl. z. B. G. BREDIG, Anorganische Fermente, Leipzig 1901, S. 38, 67 usw., PAULI, l. c. F. CZAPEK, Biochemie der Pflanzen, I, 1905, S. 18, 45—82.

3) Vgl. ZSIGMONDY, l. c. S. 115, 128 usw.

4) Vgl. BREDIG, l. c. s. S. 54, 70, 71 usw.

5) Vgl. O. LEHMANN, Fliessende Kristalle und Organismen, Arch. für Entwickelungsmechan. 21. Bd., 3. H., 1906.

hat mit der Umwandlung eines Hydrosol in ein Hydrogel („Tod des Hydrosol"). In beiden Fällen hört die Bewegung der Teilchen auf, und eine Koagulation findet statt. Es war schon längst gesagt,[1]) dass „die durch Platin bewerkstelligte Zerlegung des Wasserstoffsuperoxyds das Urbild aller Gärungen ist". Mit demselben Recht kann man sagen, dass die Funktion des Schutzkolloides Urbild der Funktion der Plasmahaut ist. In beiden Fällen wird die Hydrosole vor dem schädlichen Einfluss der Elektrolyte geschützt. Ebenso ist diese Funktion das Urbild der Schutzschicht der Bakterien vor der Agglutination.

Alles Mitgeteilte beabsichtige ich in einem grösseren Werke ausführlich zu besprechen.

Die Bewegungssubstanz der Oscillarien und Diatomeen ist sogar ultramikroskopisch sehr schwer zu sehen. Nur einmal ist es mir gelungen, dieselbe bei den Oscillarien deutlich zu sehen. Ein dünner Faden von *O. tenuis* bewegte sich auf einem dicken Faden von *O. limosa*; dabei sah man, dass das Ende der Substanz, mit welcher der erste Faden an den letzten geklebt war, viel weiter lag als das Ende des hin- und herbewegten Fadens, und eine Spirale darstellte. Auf einer *Navicula* befand sich auf der Bewegungssubstanz ein Teilchen; bewegte sich *Navicula* nach NW., so bewegte sich das Teilchen nach SO., zuerst auf dem Körper der *Navicula*, dann eine Weile im Wasser, bis ungefähr eine Entfernung von $1^1/_2$ Längen des Körpers der *Navicula*, wo es still stand. Als *Navicula* sich wieder auf $1^1/_2$ Längen seines Körpers dem Teilchen näherte, fing das letztere wieder an, sich nach NW. zu bewegen. Aus dem Gesagten folgt nun, dass die Bewegungssubstanz fähig ist, sich zu verlängern und zu verkürzen und vielleicht einem Muskel ähnelt.

---

## 91. A. Nestler: Die Rinnenbildung auf der Aussenepidermis der Paprikafrucht.

Mit Tafel XXIV.

Eingegangen am 23. Dezember 1906.

Manche Paprikafrüchte lassen eine eigentümliche Eigenschaft erkennen, wie sie meines Wissens bei keiner anderen Frucht, überhaupt bei keinem anderen Pflanzenorgan vorkommt: auf der Aussen-

1) SCHÖNBEIN, Journ. prakt. Chem. 89, 315, cit. nach BREDIG, l. c. S. 44.

epidermis der Fruchthaut sieht man schon mit unbewaffnetem Auge, deutlicher mit einer Lupe Linien, die scheinbar parallel zu einander und in der Regel wenigstens annähernd normal zur Längsachse der Frucht angeordnet sind. „Die Flächenansicht sieht aus, als liefen über dieselbe zahlreiche Pilzfäden.“ [1]) Bei stärkerer Vergrösserung erscheinen sie als Risse oder Rinnen, welche die Cuticula und mehr oder weniger tief die unter ihr liegenden, bei dieser Frucht bekanntlich mächtigen Cuticularschichten durchsetzen; kleinere oder grössere Körnchen, möglicherweise Staubteilchen, mitunter auch Pilzfäden befinden sich in diesen Rinnen. Am Querschnitt erscheinen sie in der Regel als gleichschenkelige Dreiecke.

Diese merkwürdigen Linien sind seit langer Zeit den Pflanzenanatomen bekannt; eine eingehende Untersuchung über dieselben wurde aber bisher nicht durchgeführt; in der Literatur über angewandte Botanik werden sie in der Regel nur mit wenigen Worten erwähnt mit Ausnahme des „Anatomischen Atlas“ von TSCHIRCH (l. c.), wo es unter anderem heisst, dass sie „keine Beziehungen zu den Epidermiszellen haben, über die sie auf weite Strecken hinlaufend zu verfolgen sind und nicht miteinander anastomosieren, sondern blind endigen“.

Über die Ursache ihrer Entstehung habe ich nur eine einzige Andeutung und zwar bei H. ROSEN [2]) gefunden, der angibt, dass sie beim Trocknen der Ware sich bilden, eine Ansicht, die nicht richtig ist, wie ich später zeigen werde.

Zum Studium über das Vorkommen, die Eigenschaften und die Entstehung dieser Rinnen habe ich ausser den verschiedenen Entwicklungsstadien der Früchte zweier selbst kultivierten Rassen [3]) mit hängenden Früchten („Rosenpaprika“ und „Cayenne“) noch käufliche Früchte verwendet, und zwar sowohl frische, die heuer in grossen Mengen und verschiedenen Arten und Rassen auf dem Markte erschienen, als auch vollständig trockene alte Früchte.

Was zunächst im allgemeinen das Vorkommen dieser Rinnen anbelangt, so ist darüber Folgendes zu sagen:

1. *Capsicum fastigiatum* Blume: stets ohne Rinnen.
2. *Capsicum baccatum* L.: Rinnen fehlen oder sind doch sehr undeutlich (TSCHIRCH l. c.).
3. Kleine, aufrechtstehende, 1,5 *cm* lange und 0,5 *cm* dicke Früchte einer nicht näher bekannten Art: stets ohne Rinnen.

---

1) A. TSCHIRCH, Anatomischer Atlas 1900, S. 13.

2) Wandtafeln, Text S. 164.

3) Samen bezogen von W. MÜHLE, Temesvár (vgl. dessen Gartenbau-Anzeiger S. 26). Für die freundliche Überlassung eines Beetes zur Kultur von Paprikapflanzen im Versuchsgarten des pflanzenphys. Inst. der k. k. deutschen Universität (Prag) spreche ich Herrn Prof. Dr. H. MOLISCH meinen besten Dank aus.

4. „Rosenpaprika“ — hängend, konisch, ausgewachsen ungefähr 12 *cm* lang, 2 *cm* Durchmesser an der Basis — und „Cayenne“ [1]) — hängend, konisch, ungefähr 9 *cm* lang, 1 *cm* Durchmesser an der Basis — zeigten folgende Eigenschaften:

Vollkommen rote, reife Früchte waren teils mit Rinnen, teils vollkommen frei von denselben.

Die Rinnenbildung kommt sowohl bei noch ganz grünen, jedoch bereits ausgewachsenen, als auch bei solchen Früchten vor, die sich an manchen Stellen eben erst zu röten beginnen. Sie ist ganz unabhängig davon, ob die Fruchthaut ganz glatt, scheinbar wie prall gespannt aussieht oder verschiedene grobe Eindrücke zeigt.[2]) Die Rinnen finden sich sowohl an gekrümmten, wie an geraden Früchten, an konkaven wie an konvexen Stellen derselben; sie können entweder die ganze Frucht von der Basis bis zur Spitze einnehmen oder sich nur über einen Teil der Fruchthaut erstrecken. Am meisten fand ich sie an der Basis der Frucht und von da mehr oder weniger weit gegen die Mitte vorschreitend, seltener nur auf einer kleinen Fläche in der Mitte oder an der Spitze der Frucht. —

Von 30 untersuchten Früchten „Rosenpaprika“ waren 13 mit Rinnen; bei „Cayenne“ war das Verhältnis der Früchte mit und ohne Rinnen ungefähr ebenso.

5. Beobachtungen an durch Kauf erworbenen Früchten:

a) Frische, bereits rote Früchte, noch an der Pflanze; alle aufrechtstehend, kegelförmig, Länge durchschnittlich 4 *cm*; Durchmesser an der Basis 1 *cm*: von 20 Früchten 6 mit Rinnen und zwar an der Basis auf etwa 0,5 *cm* Höhe sich erstreckend.

b) Form der aufrecht stehenden Früchte wie bei a), jedoch grösser, 5,5 *cm* lang, 2 *cm* Durchmesser an der Basis: unter 20 Früchten 16 mit Rinnen; davon 12 nur an der Basis, bei 4 über die ganze Frucht sich erstreckend.

c) Bereits vollständig trockene, dunkelbraune Früchte, kegelförmig, 8 *cm* lang, 2,5—3 *cm* Durchmesser an der Basis:

---

1) Nicht zu verwechseln mit *Capsicum fastigiatum* Blume, dessen bedeutend kleinere Früchte auch als Cayennepfeffer in den Handel kommen.

2) Diese groben, unregelmässigen Eindrücke, die gegen die Spitze der Frucht zu, also oberhalb der Zentralplacenta auch bei noch vollständig grünen, intakten Früchten vorkommen, scheinen dadurch zu entstehen, dass, wie einige Versuche mittels Manometer zeigten, innerhalb der Frucht ein negativer Druck herrscht; daher der äussere Luftdruck Deformationen der Frucht veranlassen kann.

ungefähr die Hälfte mit Rinnenbildung in verschiedener Ausdehnung.

d) Früchte, die gegenwärtig (Oktober 1906) in grossen Mengen auf den Markt kommen, im allgemeinen der Form der Kulturrasse „Rubi King“[1]) entsprechend, 7 bis 8 *cm* lang, 4,5—5 *cm* Durchmesser an der Basis, das Ende nicht spitz, sondern mit 2—4 Höckern, hellrot gefärbt, sich weich anfühlend: keine einzige Frucht zeigte Rinnenbildung, auch dann nicht, als dieselben vollkommen trocken geworden waren.

Aus diesen Beobachtungen über das Vorkommen der Rinnenbildung ist ersichtlich, dass das konstante Fehlen derselben für manche Arten der Gattung *Capsicum* charakteristisch ist; wo sie aber bei einer Art oder Varietät vorkommt, da ist sie keine allgemeine Eigenschaft jeder Frucht; sie erstreckt sich hier über verschiedene Teile der Epidermis und kann auch ganz fehlen.

### Allgemeine Eigenschaften der Rinnen:

Die Rinnen scheinen, wenn man sie mit unbewaffnetem Auge oder mit der Lupe betrachtet, gerade, untereinander parallel und normal zur Längsachse der Frucht zu verlaufen; mitunter sind sie selbst bei mikroskopischer Betrachtung wenigstens streckenweise gerade und fast vollkommen parallel (Fig. 1); in der Regel zeigen sie jedoch Krümmungen und weichen mehr oder weniger von der parallelen Anordnung ab. Ganz ausnahmsweire fand ich sie bei einer einzigen Frucht parallel zur Längsachse der Frucht angeordnet Sie endigen stets mit einer Spitze (Fig. 4).

Von Bedeutung scheint mir die Beobachtung, die ich stets bei den lebenden Früchten „Rosenpaprika“ und „Cayenne“, ferner bei einigen trockenen, alten Früchten (S. 591: 5c) gemacht habe: die Rinnen stehen hier in der Regel normal oder nahezu normal zu den betreffenden Längswänden der Epidermiszellen (Fig. 1—5). — Weniger deutlich ausgeprägt, doch ebenfalls vorhanden war diese Anordnung bei den untersuchten lebenden, aufrecht stehenden Früchten (S. 591: 5a und 5b).

Die Rinnen sind verschieden lang, bisweilen nur über zwei bis vier Epidermiszellen sich erstreckend (Fig. 2, 3), in der Regel länger; es gibt jedoch keine Rinnen, die etwa um die ganze Frucht herumgehen. Kommissuren benachbarter Rinnen kommen gewöhnlich nicht vor; untersucht man jedoch grössere Flächenstücke einer mit Rinnen versehenen Epidermis, so findet man auch derartige

---

1) In W. MÜHLE's Gartenbau-Anzeiger 1906, S. 26, abgebildet.

Kommissuren (Fig. 5*a*). Dabei ist zu beachten, wie die im Bogen verlaufenden Rinnen annähernd normal zu den längeren Seitenwänden der Epidermiszellen orientiert sind.

Eine andere auffallende Tatsache, ebenfalls bei den lebenden Früchten „Rosenpaprika" und „Cayenne" und einigen trockenen Früchten beobachtet, ist folgende: jede Rinne ist stets an der Stelle, wo sie mit einer Längswand der Epidermiszelle sich kreuzt, deutlich breiter, als zwischen diesen Zellwänden; es wechseln also engere und breitere Stellen ab (Fig. 1—5). Bei den untersuchten frischen, aufrechtstehenden Früchten, wo die Rinnenbildung in der Regel sich nur auf die Fruchtbasis erstreckte, war diese Eigentümlichkeit nur schwach oder gar nicht zu beobachten.

Abgesehen von jenen breiteren Stellen beträgt die Breite der Rinne gewöhnlich 9—30 $\mu$, mitunter auch 50 $\mu$. Bisweilen erfährt eine schmale Rinne auf eine gewisse Strecke eine starke Erweiterung (Fig. 6); die unter solchen Erweiterungen und in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft liegenden verkorkten Zellen sind öfters (bei frischen wie bei trockenen Früchten) mit Luft erfüllt und erscheinen als graue Streifen. — Die Tiefe der Rinnen beträgt 7—10 $\mu$; an den breiteren Stellen, also dort, wo sie die Längswände der Epidermiszellen („Rosenpaprika" und „Cayenne") kreuzen, dringen sie in der Regel tiefer in das Innere ein. Die Rinnen durchdringen in diesem Falle die ganze Dicke der Aussenmembran, so dass die darunter liegenden Längswände der Epidermiszellen blossgelegt werden (Fig. 7).

In der Flächenansicht der Epidermiszellen und zwar am besten am Rande des Flächenschnittes, wo man gewöhnlich nur die Aussenmembran der Zellen abgelöst vorfindet, kann man auch ohne Anwendung von Tinktionsmitteln deutlich die scharfe Grenze der Cuticula an den beiden Aussenrändern der Rinne erkennen; ebenso zeigen Querschnitte durch die Rinne, dass, wie nicht anders zu erwarten, die Seitenwände derselben nicht von der Cuticula bedeckt sind (Fig. 8).

Der Abstand zweier Rinnen von einander ist verschieden: ich zählte auf einem Flächenstück von $^1/_2$ *cm* Länge 18 Rinnen, die einen durchschnittlichen Abstand von 269 $\mu$ von einander hatten (Maximum 602 $\mu$, Minimum 51 $\mu$). Damit soll nicht gesagt sein, dass es nicht noch kleinere und grössere Abstände gäbe.

Mitunter sieht man zwei Rinnen, die in derselben Geraden liegen, also wahrscheinlich gleichzeitig entstanden sind, plötzlich abbrechen; ihre Endlinien laufen parallel (Fig. 5*b*); es macht den Eindruck, als ob die möglicherweise unter dem Einflusse der Längswände (*l*) entstandenen beiden Rinnen durch die kleine Querwand (*qu*) eine Unterbrechung erfahren hätten. —

Um mir eine Vorstellung von der Entstehung dieser eigentümlichen Rinnen zu bilden, war ich darauf bedacht, solche Früchte zu untersuchen, bei denen diese Bildungen in den ersten Anfängen sichtbar waren.

Sehr brauchbares Material lieferten mir wieder die selbst kultivierten Früchte „Rosenpaprika“ und „Cayenne“; auch unter alten, tockenen Früchten fand ich sehr geeignete Exemplare. Als Beispiel führe ich die Resultate der Untersuchung einer frischen, teilweise noch grünen Frucht von „Cayenne“ an, die sofort nach dem Abschneiden von der Pflanze untersucht wurde.

An einer einzigen Stelle an der Basis der Frucht und zwar auf einer kleinen Fläche war bereits mit der Lupe eine Rinnenbildung bemerkbar, die Rinnen verhältnismässig kurz, doch alle zu einander parallel und normal zur Längsachse der Frucht, öfter nur über zwei oder vier Epidermiszellen sich erstreckend (Fig. 2, 3). Es kann kein Zufall sein, sondern muss mit der Bildungsursache im Zusammenhange stehen, dass die kurzen Rinnen stets normal zu den betreffenden Längswänden der Epidermiszellen stehen, die hier in der Richtung der Längsachse der Frucht gestreckt erscheinen; ferner dass sie dort, wo sie die Zellwand kreuzen, die grösste Weite zeigen und zu einander mehr oder weniger parallel angeordnet sind. Fig. 2 bis 4, letztere das spitzige Ende eines längeren Risses darstellend, zeigen diese auffallenden Eigenschaften. —

Es ist, wie die direkte Beobachtung an noch nicht reifen, grünen Früchten und entsprechende Versuche zeigen, vollkommen ausgeschlossen, dass diese eigentümlichen Bildungen beim Trocknen der Ware entstehen. Eine frische, vollständig rote, reife Frucht kann wochenlang im Trockenschranke bei 40° C. liegen, ohne eine einzige Rinne zu erhalten, auch dann nicht, wenn sie endlich vollkommen trocken geworden ist. — Zahlreiche frische, reife Früchte lagen monatelang im Zimmer und wurden endlich vollständig trocken, ohne auch nur eine Spur einer Rinnenbildung zu erhalten. Das Resultat ist dasselbe, wenn man eine Frucht eine Zeit lang im Wasser liegen und dann vollständig trocken werden lässt.

Die Ursache der Rinnenbildung muss also eine andere sein; sie ist wahrscheinlich in dem Baue der Fruchthaut bezw. der äusseren Epidermiszellen derselben zu suchen, der nicht allein bei verschiedenen Arten, sondern auch bei Individuen derselben Art mehr oder weniger grosse Unterschiede aufweisen kann.

Beachten wir zunächst die Unterschiede in dem Bau der äusseren Epidermis und der subepidermalen Schichten bei reifen Früchten verschiedener Arten mit und ohne Rinnenbildung.

Bei *Capsicum fastigiatum* sind die Epidermiszellen stets deutlich in der Querrichtung der Frucht gestreckt. Ein Schnitt durch diese

rinnenlose Fruchthaut, normal zu der Fruchtachse geführt, zeigt uns die dicke Aussenmembran (Fig. 9, *p*), die kurzen Seitenwände (*s*) und die langen Innenwände (*i*), die Aussenmembran deutlich, die kurzen Seitenwände schwach verkorkt, die Innenwand weder verdickt, noch verkorkt; ein subepidermales Korkgewebe fehlt. —

Ganz anders der Querschnitt durch eine mit Rinnen versehene Epidermis, normal zu den Rinnen geführt (Fig. 8); hier die Innenwände stark verdickt und verkorkt; darauf folgt ein mehrschichtiges, collenchymatisch ausgebildetes und „hochgradig verkorktes“[1]) Hypoderm. Wenn die Frucht irgend einer Art oder Varietät, bei der Rinnenbildung vorkommt, noch in jenem Stadium sich befindet, wo die Seiten- und Innenwände der Epidermiszellen noch nicht oder nur schwach verdickt sind, so wird sie auch noch keine Rinnen zeigen. Man kann aber nicht umgekehrt schliessen: Wo diese Verdickungen der Epidermiszellen vorliegen, da müssen auch Rinnen sein; es scheint vielmehr, dass diese Verdickungen einen gewissen Grad erreicht haben müssen, bis es zur Rinnenbildung kommt. Es kann daher auch nur als möglich angenommen werden, dass allseitige Verdickung der Epidermiszellen und Rinnenbildung in einem gewissen Zusammenhange stehen. Diese Wahrscheinlichkeit wird sehr unterstützt durch die bei „Rosenpaprika“ und „Cayenne“ gemachten Beobachtungen; wir sehen hier offenbar einen Zusammenhang zwischen Rinnen und Epidermiszellen bezw. den Längswänden derselben. — Die Epidermiszellen erscheinen hier grösstenteils in der Längsrichtung der Fruchtachse gestreckt; ihre Längswände werden von den Rinnen normal geschnitten (Fig. 1—5); die Kreuzungsstelle zwischen Rinne und Zellwand ist durch die Verbreiterung der Rinne deutlich markiert. —

Für die Früchte von „Rosenpaprika“ und „Cayenne“ wäre daher folgende Hypothese zur Erklärung der Rinnenbildung denkbar:

Die Rinnenbildung ist auf gewisse Veränderungen der Epidermiszellen zurückzuführen, die nach vollendetem Flächenwachstum derselben entstehen. Durch diese Veränderungen — Einlagerung von Verdickungsmassen unter gleichzeitiger Verkorkung — werden Spannungsverhältnisse geschaffen, die über den längeren Seitenwänden der Epidermiszellen ein Zerreissen der nicht mehr veränderungsfähigen Cuticula bewirken. Der positiven Spannung in den Längswänden der Epidermiszellen (Fig. 1, *l*) und der zu ihnen gehörigen Cuticularschichten der Aussenmembran steht die negative Spannung der Cuticula gegenüber. Halten sich die beiden entgegen-

1) H. Molisch, Grundriss einer Histochemie der pflanzlichen Genussmittel. Jena 1891, S. 51.

gesetzt wirkenden Kräfte das Gleichgewicht, so tritt keine Veränderung ein; überwiegt die positive Spannung, so muss in der Cuticula ein Riss entstehen,[1]) der normal zur Richtung der beiden Kräfte steht, eine gewisse Länge erreicht und mehr oder weniger tief in die mit ihr fest verbundenen Cuticularschichten eindringt (Fig. 8, *r*). — Sind in denjenigen Zellen, welche den an der Rissbildung zunächst beteiligten Zellen benachbart sind, ähnliche Spannungsverhältnisse, so werden sie, wenn einmal über einer Längswand ein Riss entstanden ist, gleichfalls ausgelöst, so dass ein längerer Riss entsteht, der in seinem weiteren Verlaufe auch über solche Zellwände gehen kann, die bei der Entstehung der Spannung nicht aktiv beteiligt zu sein brauchen. — Wo die Epidermiszellen bezüglich ihrer Flächenausdehnung ungefähr isodiametrisch gebaut sind, da wird auch nach erfolgter Einlagerung der Verdickungsmassen keine einseitige Spannung möglich sein, daher die Rinnenbildung hier unterbleibt.

Wenn sich das wirklich so verhält — und es sprechen alle Beobachtungen dafür — dann würde diese Erklärung auch für jene Fälle geeignet sein, wo der Zusammenhang zwischen Epidermiszellen und Rinnenbildung nicht so deutlich sichtbar ist, wie bei den Früchten „Rosenpaprika“ und „Cayenne“. Ich habe schon früher auf die Rinnenbildung bei gewissen aufrechtstehenden Früchten (S. 591, Nr. 5a, b) hingewiesen. Hier gibt es keine oder sehr geringe Verbreiterungen an den Kreuzungsstellen der Rinnen mit den Seitenwänden der Epidermiszellen; aber man kann deutlich beobachten, dass die meisten Epidermiszellen wenigstens etwas in die Länge gestreckt sind, und dass namentlich dort, wo die Rinne einen Bogen macht, stets der Einfluss der Epidermiszellen erkennbar ist: man sieht hier Bilder analog der Fig. 5*a*; die Rinnen stehen annähernd normal zu den längeren Seitenwänden der Epidermiszellen.

Dass ein bestimmtes Flächenstück der äusseren Fruchthautepidermis in der zu den Rinnen normalen Richtung nach der Rinnenbildung länger ist als vor derselben, wo es noch von der unverletzten Cuticula bedeckt war, also eine Streckung erfahren hat, ist sofort einleuchtend: es ist um die Summe der Rinnenbreiten länger geworden. Auf $^1/_2$ *cm* Flächenlänge zählte ich z. B. 26 Rinnen von ungefähr gleichmässiger Breite = 13 $\mu$. Für 26 Rinnen beträgt daher die Summe der Rinnenbreiten 338 $\mu$. Auf 1 *cm* Länge kam somit in diesem Falle eine Verlängerung der Epidermis um ungefähr 0,5 *mm*. —

1) Dass die Cuticula bisweilen abgesprengt wird, weil sie nicht oder nicht genügend wachstumsfähig ist, ist eine bekannte Tatsache (PFEFFER, Pflanzenphysiologie, II. Bd., S. 37).

Schliesslich möchte ich noch ein Beispiel anführen, das, wie ich glaube, meine Ansicht über den Zusammenhang der Epidermiszellen mit der Rinnenbildung zu stützen geeignet ist.

Ich habe schon früher hervorgehoben, dass ich bei den zahlreichen von mir untersuchten Früchten die Rinnen stets annähernd normal zur Längsachse der Frucht gefunden habe; in diesen Fällen war, wie schon gesagt, die überwiegende Mehrzahl der Epidermiszellen in der Richtung der Längsachse der Frucht gestreckt. In einem einzigen Falle und zwar bei einer Frucht des Rosenpaprikas, die sich eben zu röten anfing, fand ich ungefähr in der Mitte derselben auf einer noch ganz grünen, kleinen Fläche eine schöne Rinnenbildung, die zur Längsachse der Frucht nicht normal, sondern qarallel angeordnet war. Die mikroskopische Untersuchung der mit Rinnen versehenen Epidermiszellen ergab die auffallende Tatsache, dass hier die grosse Mehrzahl der Zellen in der Querrichtung der Frucht und nicht, wie sonst bei Rinnenbildung in der Längsrichtung gestreckt war. Die Rinnen standen also wieder annähernd normal zu den längeren Wänden der Epidermiszellen und zeigten die bekannten breiteren Stellen an der Kreuzung mit diesen Zellwänden.

Prag, Pflanzenphysiologisches Institut der deutschen Universität.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1–5. Flächenansichten der äusseren Epidermiszellen der Fruchthaut (Früchte von „Rosenpaprika" und „Cayenne"). Die Rinnen (*r*) stehen normal zu den Längswänden der Epidermiszellen (*xy* = Längsachse der Frucht) und sind dort, wo sie die Längswände kreuzen, stets deutlich breiter als an anderen Stellen.

Fig. 1 = Epidermiszellen mit parallel verlaufenden Rinnen, V. 360. — Fig. 2 und 3 = sehr kurze Rinnen. — Fig. 4 = das spitzige Ende einer längeren Rinne. — Fig. 5*a* = Kommissuren zweier Rinnen. — Fig. 5*b* = eine Rinne mit einer Unterbrechung über einer Querwand. — Fig. 2–5 = Vergr. ungef. 150.

„ 6. Eine nach kurzem Übergang sehr breit werdende Rinne mit Staubteilchen.

„ 7. Eine breite Rinne mit Löchern an jenen Stellen, wo sie die Längswände der Epidermiszellen kreuzt.

„ 8. Querschnitt durch die äussere Epidermis der Fruchthaut, normal zu zwei Rinnen (*r*), also parallel zur Längsachse der Frucht geführt; *c* = Cuticula, *p* = Aussenmembran, *s* = Seitenwand, *i* = Innenwand.

„ 9. Querschnitt durch die äussere Epidermis der Fruchthaut von *Capsicum fastigiatum* Blume. Fig. 6.—9 = Vergr. 360.

## 92. Eduard Strasburger: Zu dem Atropinnachweis in den Kartoffelknollen.

Eingegangen am 26. Dezember 1906.

Es handelt sich um eine Untersuchung, die vor 21 Jahren angestellt wurde[1]), so dass ich meine Gedanken sehr zusammennehmen muss, um mir ihren Gang zu vergegenwärtigen.

Die in Betracht kommenden Kartoffelknollen entstammten einer Kartoffelkrautunterlage, auf der ich *Datura* geimpft hatte.

Prof. H. KLINGER, damals in Bonn, stellte Spuren von Atropin in den Knollen fest, doch kaum einige Milligramm Atropin in 800 *g* Knollen. Gewöhnliche Kartoffelknollen der Sorte, die als Unterlage gedient hatte, enthielten weder Atropin noch ein atropinähnliches Alkaloid. V. GRAEFE und K. LINSBAUER[2]) erinnern neuerdings an diese meine Angabe, und das veranlasst H. LINDEMUTH[3]) Stellung zu ihr zu nehmen. Dabei wird in dem LINDEMUTH'schen Aufsatz die Frage aufgeworfen, auf welchem Wege Prof. KLINGER das Atropin isoliert habe, da Atropin chemisch nachzuweisen absolut unmöglich sei.

Wie Prof. H. KLINGER den Körper, den er weiterhin auf Atropin prüfte, isoliert hat, müsste er selber angeben. Wohl aber ist mir erinnerlich, dass dessen Prüfung dann weiter auf physiologischem Wege geschah, wobei die Eisenschaft des Atropins verwertet wurde, in geringster Menge dem Auge geeigneter Versuchstiere eingeträufelt, Pupillenerweiterung zubewirken[4]).

Bemerkt sei, dass ich in dem genannten Aufsatze andererseits hervorhob, dass in keiner der geimpften Pflanzen ein Einfluss der

1) Mein Aufsatz „Über Verwachsungen und deren Folgen", Ber. der deutschen bot. Ges. 1885 S. 39.

2) Über die wechselseitige Beeinflussung von *Nicotiana Tabacum* und *N. affinis* bei der Pfropfung, Ber. der deutschen bot. Ges. 1906, S. 366.

3) Über angebliches Vorhandensein von Atropin in Kartoffelknollen infolge von Transplantation und über die Grenzen der Verwachsung nach dem Verwandtschaftsgrade, Ber. der deutschen botan. Ges. 1906, S. 428.

4) In der Augenheilkunde werden zu diesem Zwecke 0,5 pCt. Lösungen angewandt, doch genügen, um die Pupillen dauernd zu erweitern, ausserordentlich kleine Mengen, nach GRAEFE 0,0001 *g*, nach DE RUITER sogar 0,000005 *g*, H. NOTHNAGEL und J. ROSSBACH, Handbuch der Arzneimittellehre, VII. Aufl. 1894, S. 769. — Ausser Atropin könnte für diese Wirkung im wesentlichen nur noch Hyoscyamin in Betracht kommen.

Unterlage auf die Merkmale des Impflings sich geäussert habe, und auch, dass die Gestalt der Knollen an der Kartoffelunterlage nicht in merklicher Weise von dem Impfling beeinflusst war. Die häufige Verbildung der Kartoffelknollen unter den Daturen konnte denkbarerweise durch die Atropinspuren verschuldet sein.

Als ich vor 21 Jahren meine Impfversuche vornahm, stand in meinem botanischen Garten *Schizanthus Grahami* unter den Scrophulariceen[1]). Den Gedanken, ihn auf Kartoffelkraut zu impfen, fasste ich, weil *Phytophthora infestans* sich, wie auf der Kartoffelstaude, auch auf *Schizanthus* wohlfühlt. Ich weiss heute nicht mehr genau anzugeben, ob die Verwachsung zwischen *Schizanthus* und der Kartoffelunterlage als gut gelten konnte, nur erinnere ich mich daran, dass der Impfling, wenn auch schwach, weitergewachsen war. Damals durfte das als Beispiel der Verwachsung zwischen Pflanzen von zwei verschiedenen Familien gelten[2]), einige Zeit später nicht mehr. Heute figuriert *Schizanthus* in den natürlichen Pflanzenfamilien von ENGLER und PRANTL unter den Solanaceen. Dazu bemerkt R. VON WETTSTEIN[3]), der für jenes Werk die Solanaceen bearbeitet hat, dass die Cestreae und Salpiglonideae in den Blütenmerkinalen einen so allmählichen Übergang zu den Scrophulariaceae vermitteln, dass eine Grenze zwischen Solanaceen und diesen nur ganz künstlich gezogen werden könne, dass andererseits aber bicollaterale Gefässbündel nur den Solanaceen, nicht aber den Scrophulariaceen, eigen sind. Ich selber habe seit Jahren den Fall von *Schizanthus* in meinen Vorlesungen als interessantes Beispiel einer Pflanze angeführt, die, während sie noch unter den Scrophulariaceen stand, den Forscher, durch ihr Verhalten bei Verwachsungen, darüber belehrte, dass sie zu den Solanaceen gehöre. Wie ich mich zu den Fragen verwandtschaftlicher Beziehungen bei Verwachsungen verhalte, habe ich im übrigen eingehend in meinem Aufsatze „Über Plasmarverbindungen pflanzlicher Zellen“ entwickelt[4]).

1) So auch noch in dem 1888 erschienenen III. Heft des IX. Bandes von H. BAILLON, Histoire des Plantes, p. 415.

2) Die Angabe von H. LINDEMUTH (l. c. S. 434), dass aufgepfropfte Reiser ohne wirkliche Verwachsung längere Zeit am Leben und frisch bleiben, sogar auf Kosten ihrer Reservestoffe antreiben können, würde eine Wiederholung des Versuches und eingehenden Prüfung auf Verwachsung heute notwendig machen.

3) IV. Teil, 3. Abt. b. 1895, S. 6, 9, 10 und 34.

4) Jahrb. für wiss. Bot. Bd. XXXVI, 1901, S. 582 ff.

## 93. Werner Magnus und Hans Friedenthal: Ein experimenteller Nachweis natürlicher Verwandtschaft bei Pflanzen.

Eingegangen am 28. Dezember 1906.

Die Abstammungslehre hat der wissenschaftlichen Systematik ein ganz bestimmtes Ziel vorgeschrieben. Ihr fällt die Aufgabe zu, die Organismen so anzuordnen, dass ihre stammesgeschichtliche Entwicklung möglichst klar zum Ausdruck kommt. Um dieses Verwandtschaftsverhältnis der Arten zu gemeinsamen Ahnen aufzudecken, ist man, da die in Versteinerungen übermittelten Reste der Vergangenheit fast durchaus lückenhaft sind, auf vergleichende morphologische und anatomische Untersuchungen der lebenden Formen angewiesen, die sicherlich vielfach natürliche Gruppierungen ergeben haben. Es ist aber ebenso sicher, dass vielfach das heute geltende System nicht als der Ausdruck einer natürlichen Verwandtschaft bezeichnet werden kann, da die Lücken in den Entwicklungsreihen dem subjektiven Ermessen einen weiten Spielraum lassen.

Ist auch die Systematik der Pflanzen durch die Kenntnis der ungeheuren Fülle der neu aufgefundenen Formen eine immer natürlichere geworden, sind wir dennoch weit davon entfernt, die gebräuchliche Anordnung mit wissenschaftlicher Sicherheit als eine natürliche bezeichnen zu können.[1]) — Nicht die Stellung mancher Arten zu den Familien, besonders solcher mit durch Anpassung an spezielle extreme Verhältnisse reduziertem Bau ist eine sehr unsichere. Ob die Wasserpflanze *Ceratophyllum* in die Verwandtschaft der unter sich recht fernstehenden Nymphaeaceen oder Urticaceen zu stellen ist, oder an welche Stelle die extremer Trockenheit angepasste *Casuarina* zu verweisen ist, wissen wir nicht. Die natürliche Gliederung einer so scharf begrenzten Familie wie der Gramineen ist eine recht unsichere. Die verwandtschaftlichen Beziehungen ganzer Reihengruppen, wie der Sympetalen, sind keineswegs aufgeklärt, und es ist vielfach vermutet worden, dass sie polyphyletisch aus den Apetalen resp. Choripetalen entstanden wären. Selbst für die morphologisch anscheinend so scharf unterschiedenen Mono- und Dicotyledonen ist letzthin[2]) behauptet worden, dass sie in gewissen Familien sich verwandtschaftlich nahe ständen und somit

1) Vgl. hierzu: ENGLER, Prinzipien der systematischen Anordnung im Syllabus der Pflanzenfamilien 1904.

2) Vgl. HALLIER, der überhaupt ziemlich die gesamte Einteilung der höheren Pflanzen als eine unnatürliche ansieht.

die bisherige Einteilung als eine natürliche nicht zu bezeichnen ist. — Diesen Beispielen für die höheren Pflanzen sind viele für die niederen anzureihen. Die Entwicklungsreihen von den niederen zu den höheren Pflanzen etwa Farne, *Cycas*, *Araucaria* sind vielfach sehr problematisch; selbst für die physiologisch scharf getrennten Gruppen der Algen und Pilze wissen wir nicht, ob diese Trennungnatürlichen Verwandtschaftsverhältnissen entspricht und ob nicht etwa die verschiedenen Familien der Pilze aus ebensoviel verschiedenen Familien der Algen ihren Ursprung nehmen.

So muss jedes Mittel als sehr erwünscht erscheinen, dass imstande ist, über die natürlichen verwandtschaftlichen Beziehungen der Pflanzen Auskunft zu geben.

Auf die Möglichkeit, einen solchen Weg ausfindig zu machen, wiesen uns eine Reihe von Entdeckungen der letzten Jahre.

KRAUS[1]) zeigte, dass das Blutserum von Tieren, in deren Blutbahn von Bakterien produzierte Eiweissstoffe gebracht waren, sich nach einer gewissen Zeit veränderte. Abgesehen von seinem spezifischen, baktericiden und agglutinierenden Eigenschaften gab es im Reagensglas auch mit dem gleichen Stoffe, der vorher eingespritzt war, Niederschläge, und diese Niederschläge waren spezifisch, traten also nur bei Stoffen der gleichen Bakterienart auf. Späterhin wurde zuerst von TSCHISTOWITSCH[2]) und BORDET[3]) ein gleiches Verhalten für tierische Eiweissstoffe und besonders für artfremde Sera festgestellt. — Diese Beobachtungen wurden dann nach zwei Richtungen ausgebaut. Einmal erhielten sie grosse Bedeutung für forensische Zwecke zur diagnostischen Unterscheidung von Menschen- und Tierblut. Es sich herausstellte, dass mit vorbehandeltem Serum schon sehr geringe Spuren eingetrockneten Blutes oder Blutes, selbst wenn es in stinkende Fäulnis übergegangen war, aber auch Speichel oder Sperma Niederschläge (Präcipitine) gäben.[4]) — Dann aber wurde eine weitere Eigenschaft dieser BORDET'schen Reaktion verwertet. Es zeigte sich nämlich, dass das mit einem fremden tierischen Blut behandelte Serum nicht nur mit dem gleichen artfremden Blut Niederschläge ergibt, sondern auch mit dem nahe verwandter Tierspezies, ebenso wie dies auch schon KRAUS für die Eiweisprodukte nahe verwandter Bakterien beobachtet hatte. — So schloss man umgekehrt, dass, wenn

1) KRAUS, Über spezifische Reactionen in keimfreien Filtraten aus Cholera-, Typhus- und Pestbazillenkulturen, erzeugt durch homologes Serum. Wiener kl. Wochenschrift, 1897, Nr. 32.

2) TSCHISTOWITSCH, Etudes sur l'immunisation contre le sérum d'anguille. Ann. Pasteur 1899, S. 406.

3) BORDET, Sur l'agglutination et dissolution des globules rouges. Ann. Pasteur, 1899, S. 173.

4) WASSERMANN, Verhandlungen des Kongresses für innere Medizin, April 1900, S. 501. UHLENHUT, Deutsche med. Wochenschrift, 1901 Nr. 17.

ein mit artfremdem Blut behandeltes Serum mit dem Blut derselben Tierspezies und ausserdem mit dem Blut anderer Niederschläge ergebe, dieses auf eine genetische Verwandtschaft schliessen lasse. — NUTTALL[1]) und sein Schüler stellten nicht weniger als 16 000 vergleichende Versuche an verschiedenen, fast ausschliesslich höheren Tieren an, bei denen sich eine sehr befriedigende Übereinstimmung mit der aus morphologischen Verhältnissen geschlossenen systematischen Verwandtschaft herausstellte. NUTTALL versuchte auch aus der Massigkeit des Niederschlags, den er in graduierten Capillaren mass, auf den Grad der Verwandtschaft der verschiedenen Tierspezies zu schliessen. Er fand weiter, dass der Ausfall der Reaktion um so weniger spezifisch ist, je länger die Vorbehandlung der Tiere andauerte, sodass er schliesslich Sera erhalten konnte, die ganz allgemeine, z. B. „Säugetierreaktionen", ergaben. — Indem der eine von uns[2]) so vorging, dass er den Beginn des Eintretens der Reaktion beobachtete, gelang es ihm, die verwandtschaftlichen Beziehungen des Menschen in der Affenordnung, der Nager, der Strausse und des Mammuths durch die BORDET'sche Reaktion klarzulegen.

So war die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass auch gegen pflanzliche Säfte das mit ihnen vorbehandelte Serum entsprechend wie für Bakterien und höhere Tiere gegenüber den einzelnen resp. verwandten Arten reagieren würde, und wir hofften auf diese Weise einen wünschenswerten Fingerzeig über die natürlichen verwandtschaftlichen Beziehungen der Pflanzen zu gewinnen. — Diese Versuche erschienen auch dadurch aussichtsreich, dass die Beobachtungen CZAPEK's[3]) gezeigt hatten, wie die Wirksamkeit gewisser Fermente resp. Antifermente um so geringer wird, je weiter die Pflanzen systematisch entfernt ständen. —

Dass pflanzliche Eiweissstoffe in die Blutbahn von Kaninchen eingeführt, Präcipitinreaction geben, ist durch einige Mitteilungen bekannt geworden. JACOBY[4]) fand, dass nach Einführung des aus *Ricinus*-Samen gewonnenen eiweissartigen Giftes Ricin, nicht nur ein

---

1) NUTTALL, Blood immunity and Blood Relationship, a demonstration of certain Bloodrelationships amongst animals by means of the precipitintest for blood. Cambridge 1904, p. 444.

2) FRIEDENTHAL, Neue Versuche zur Frage nach der Stellung des Menschen im zoologischen System. Sitzungsbericht der kgl. preuss. Akad. der Wiss. XXXV, 1902, S. 830. Über einen experimentellen Nachweis von Blutsverwandtschaft. II Teil. Über die Verwertung der Reaktion auf Blutsverwandtschaft. Arch. für Anat. und Phys., Phys. Abt. 1905.

3) CZAPEK, Antifermente im Pflanzenorganismus. Diese Ber. XXI, 1903, S. 229. und Oxydative Stoffwechselvorgänge bei pflanzlichen Reizreaktionen. Jahrb. für wiss. Bot, Bd. XLIII, Heft 3, 1906.

4) JACOBY, Über Ricinimmunität, 1901. Beiträge zur chemischen und physiologischen Pathologie I.

Atintoxin entstand, sondern das Serum auch präcipitierende Eigenschaften gegen Ricin bekam. — Zur Differentialdiagnose pflanzlicher Eiweissstoffe behandelte KOWARSKI[1]) Kaninchen mit aus Weizenmehl gewonnenen Albumosen und erhielt ausser mit der Weizenalbumose Niederschläge mit Albumosen von Gerste und Roggen, keine mit Hafer, sehr schwache mit der von Erbsen. Er schloss daraus, dass pflanzliche Eiweisskörper nicht so verschieden wie tierische seien. SCHÜTZE[2]) legte sich die Frage vor, ob einzelne Hefearten etwa durch ihre biologische Reaktion unterschieden werden können. Er fand, dass das mit Saft verriebener Hefe behandelte Kaninchenserum wohl einen starken Niederschlag ergab, derselbe aber für ober- und untergärige, für Bäcker- und Kartoffelhefe derselbe war.

Es gelang uns nun vorläufig, für einen Spezialfall zu zeigen, dass sowohl die BORDET'sche Reaktion für pflanzliche Säfte spezifisch wirkt, als auch das den pflanzlichen Säften die gleiche für Beurteilung der Verwandtschaftsgrade höchst wichtige Eigenschaft zukommt, ebenso wie den tierischen Säften, bei intensiverer Behandlung Reaktionen in immer weiterem Umkreis zu geben.

Wir legten uns die Frage vor, ob die morphologisch und ernährungsphysiologisch so differenten Pilzformen der Hefe (*Saccharomyces cerevisiae*) und der Trüffel (*Tuber brumale*) wirklich als genetisch verwandt zu bezeichnen sind, ob also die endogene Sporenbildung in einer bestimmten Anzahl von Sporen (Ascus) wirklich als sicheres Merkmal einer nahen Verwandtschaft (Ascomyceten) anzusehen ist, da doch die sonstigen Wachstumsverhältnisse, Kopulation usw. kaum Analoga bieten. Zum Vergleich wurde dann noch ein Vertreter der Basidiomycetenreihe (exogene Sporenbildung in bestimmter Anzahl) der Champignon (*Agaricus campestris*) herbeigezogen, um seine eventuelle Verwandtschaft zu den Ascomyceten festzustellen.

Der Bau der pflanzlichen Zelle, die starre Zellmembran, der ein zumeist dünner Protoplasmaschlauch anliegt, macht es schwierig, durch einfaches Zerreiben eine genügende Menge plasmatischer Inhaltsbestandteile zu erhalten. Wir benutzten daher die Methode, die von BUCHNER für die Herstellung des zymasehaltigen Hefepresssaftes angegeben ist. Wir sind Herrn Prof. ED. BUCHNER zu grossem Dank verpflichtet, dass er uns in liberalster Weise die Benutzung der Presse seines Instituts (Chemisches Institut der landwirtschaftlichen Hochschule) gestattete und uns auch einige Male Hefepresssaft selbst zur Verfügung stellte. Der Eiweissgehalt der benutzten Säfte betrug im Durchschnitt, gemessen mit dem Albumini-

---

1) KOWARSKI, Über den Nachweis von pflanzlichem Eiweiss auf biologischem Wege. Deutsche med. Wochenschrift XXVII, 1901, S. 442.

2) SCHÜTZE, Über weitere Anwendungen der Präcipitine. Deutsche med. Wochenschrift, XXVIII, 1902. S. 809.

meter nach ESBACH, für Hefepressaft über 2 pCt., Trüffelsaft 0,025 pCt., Champignonsaft 0,1 pCt. Die Reaktion der Pflanzensäfte gemessen mit der FRIEDENTHAL'schen Indikatorenmethode war allgemein $1 \times 10^{-6}$ H. Sie wurden durchgehend vor der Einspritzung mit Soda schwach alkalisch gemacht, wodurch ihre Giftigkeit sichtlich herabgesetzt wurde. Dass eine Reihe mit den Säften höherer Pflanzen vorgenommene Injektionen bald zu dem Tod der Versuchstiere führten, schieben wir zum grössten Teil dem Umstande zu, dass wir unterlassen hatten, die Säfte alkalisch zu machen. Die Einspritzung geschah subcutan. Folgende Tabelle gibt die Resultate für je ein mit Hefe, Champignon und Trüffel behandeltes Tier nebst des Kontrolltieres.

| | Hefe | Trüffel | Champignon | Kontrolltier |
|---|---|---|---|---|
| Anfangsgewicht . . . . | 2400 *g* | 2500 *g* | 2000 *g* | |
| Gewicht bei Blutentnahme | 1900 *g* | 2500 *g* | 1800 *g* | |
| Zeit der Behandlung . . | 14 Tage | 14 Tage | 12 Tage | |
| Summe des Saftes . . . | 12 *ccm* | 13 *ccm* | 12 *ccm* | |
| 1 *ccm* Serum + 0,02 Hefesaft . . . . . . . . . | rasch eintretende starke Trübung | leichte Trübung | fast klar bleibend | dauernd fast klar |
| 1 *ccm* Serum + 0,02 Trüffelsaft . . . . . . . . . | do. | rasch eintretende starke Trübung | do. | do. |
| 1 *ccm* Serum + 0,02 Champignonsaft . . . . . . | dauernd klar bleibend, geringe Flocken | so gut wie klar | rasch eintretende starke Trübung | do. |

Zur Kontrolle wurde auch stets Presssaft zu 1 *ccm* 1 pCt. Kochsalzlösung gefügt und ergab stets eine minimale, mit dem positiven Ausfall der Reaktion nicht in Vergleich zu setzende Trübung. — Wir sehen also, dass ganz wie bei Bakterienprodukten oder tierischen Säften schon bei Zusatz sehr geringer Mengen des vorher injizierten Pflanzensaftes im vorbehandelten Serum alsbald ein Niederschlag entsteht von einer Stärke, wie er im normalen Serum oder in der Kochsalzlösung nie eintritt. — Während diese Reaktion nun bei unseren drei Testobjekten: Hefe, Trüffel, Champignon für den Champignon durchaus spezifisch ist, und auch das Serum des Trüffeltieres nur mit Trüffelsaft ein Präcipitin ergibt, wird das Serum des Hefetieres auch von Trüffelsaft präcipitiert; wir müssen also schliessen, dass die Hefe in näherer verwandtschaftlicher Beziehung zu der Trüffel als zum Champignon steht, dass mit Recht die Hefe als Ascomycet be-

trachtet wird, und dass die morphologischen Unterschiede der Ascus- und Basidien tragenden Pilze auch stammesgeschichtlichen Verschiedenheiten entsprechen. — Wir hatten schon gesehen, dass die Weite der Reaktion in Beziehung steht zu der Intensität der Vorbehandlung und müssen schliessen, dass die Vorbehandlung des Hefetieres, das mit Hefe- und Trüffelsaft Reaktion ergibt, eine intensivere war als die des Trüffeltieres, das nur auf Trüffelsaft reagiert. Da die Dauer der Behandlung und die Quantität des eingeführten Saftes die gleiche, werden wir dazu geführt, einen Unterschied in der Qualität der Säfte annehmen zu müssen.

Es liegt nun nahe, diesen Unterschied in dem grossen Unterschiede des Eiweissgehaltes (2 pCt. und 0,025 pCt.) zu sehen. In der Tat ist von mancher Seite der Gedanke ausgesprochen worden, dass die Reaktion durch jedes genuine Eiweiss und auch von manchen anderen Eiweisskörpern ausgelöst wird und auch für verschiedene Eiweisskörper der gleichen Tierspezies spezifisch präcipitierende Substanzen gebildet werden.[1]) Nachdem der eine von uns[2]) gezeigt hat, dass während der ganzen Entwicklung eines Tieres seine Organsäfte stets gleiche Reaktionen geben, ist er auch durch andere experimentelle Erwägungen dazu geführt worden, anzunehmen, dass ganz speziell Kernstoffe als wesentlicher Faktor bei der Verwandtschaftsreaktion zu betrachten sind. Es ist hier nicht die Stelle, darauf näher einzugehen. Es mag nur darauf hingewiesen werden, wie dies in Übereinstimmung stände zu den Anschauungen, wie sie die moderne Cytologie begründet hat, die in dem Kern den Träger der Vererbungssubstanzen sieht. Gelingt es nun, zu zeigen, dass wirklich die chemischen Eigenschaften der Kernstoffe verwandter Arten sich nur wenig von einander unterscheiden, dann könnten wir wirklich in ihnen die materielle Grundlage des von NÄGELI theoretisch postulierten Idioplasmas sehen, das nur sehr langsam und schwer Veränderungen einzugehen im Stande ist. — Auf ein solches Resultat dürfen wir bei Abwesenheit eines scharfen Gegensatzes zwischen somatischen und generativen Zellen bei den Pflanzen um so eher hoffen, als selbst bei den Tieren mit ihrer weit-

1) L. MICHAELIS und C. OPPENHEIMER, Über Immunität gegen Eiweisskörper, Arch. für Anat. und Physiol. (Phys. Abt.), Supplement 1902 L MICHAELIS, Weitere Untersuchungen über Eiweisspräcipitine, Deutsche med. Wochenschrift 1904, S. 1240. Über die grosse diesbezügliche Literatur bis 1904. Vgl. R. KRAUS: Über spezifische Niederschläge (Präcipitine) in KOLLE und WASSERMANN, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen, Bd. IV, T. 1, 1904, S. 532.

2) L. c. 1905.

3) FRIEDEMANN und FRIEDENTHAL, Über Immunitätsreaktionen und Gerinnungsvorgänge, Beziehungen der Kernstoffe zu den Immunkörpern. Zeitschr. für exper. Pathologie und Therapie, 1906.

gehenden Zelldifferenzierung die Artspezificität jeder Körperzelle, wie oben erwähnt, von dem einen von uns hat nachgewiesen werden können. Ausser diesen mehr praktischen Fragen über die Sicherstellung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Arten scheint also das nähere Studium dieser Verhältnisse bei Pflanzen berufen zu sein, Resultate von weittragender theoretischer Bedeutung für die Zellbiologie und Vererbungslehre zu liefern.

Aus dem Privatlaboratorium von HANS FRIEDENTHAL, Nicolassee bei Berlin.

BAND XXIV. JAHRGANG 1906.

# BERICHTE

DER

# DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

## VIERUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

### GENERALVERSAMMLUNGS-HEFT.

AUSGEGEBEN AM 30. APRIL 1907.

BERLIN,

GEBRÜDER BORNTRÆGER,

1906.

# Inhaltsangabe zum Generalversammlungs-Heft.

# Bericht

über die

am 5. Juni 1906 in Marburg in Hessen abgehaltene

## dreiundzwanzigste Generalversammlung

der

# Deutschen Botanischen Gesellschaft.

---

Zum ersten Male wurde die Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft losgelöst von der Tagung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und auch zeitlich auf die Pfingstwoche verschoben und zwar in Marburg an der Lahn abgehalten. Damit ist nun all den Wünschen Rechnung getragen, welche auf den vorangehenden Generalversammlungen wiederholt zum Ausdruck und endlich zur Annahme gebracht worden sind. Die hier zu besprechende Versammlung hat mithin in der Geschichte unserer Gesellschaft eine besondere Bedeutung. Die Wahl Marburgs ist, wie seinerzeit [vgl. Bd. XXIII, 1905, S. (4)] berichtet worden ist, in Meran mit besonderer Rücksicht darauf erfolgt, dass auch die Deutsche Zoologische Gesellschaft beschlossen hatte, ihre Jahresversammlung in Marburg abzuhalten. So tagten nun im Jahre 1906 Zoologen und Botaniker gleichzeitig am gleichen Orte. Die Vorbereitungen für die Arbeiten unserer Gesellschaft waren dadurch wesentlich vereinfacht. Da die Herren ARTHUR MEYER und F. G. KOHL dem Präsidenten ihre Unterstützung zugesagt hatten und auch der Zoologe Herr MEISENHEIMER die Freundlichkeit hatte, als Obmann des Wohnungsausschusses für das Unterkommen der Teilnehmer an unserer Versammlung zu sorgen, wofür ihm auch an dieser Stelle gedankt sei, so konnte die Einladung zur Generalversammlung ordnungsmässig und rechtzeitig durch unsere Berichte erfolgen.

Die Einladung lautete:

Auf Beschluss der 1905 in Meran abgehaltenen Generalversammlung findet die diesjährige Generalversammlung

in **Marburg in Hessen,**

und zwar am **Dienstag, den 5. Juni,** vormittags 10 Uhr im Hörsaal des Botanischen Institutes der Universität statt.

Die Mitglieder der Gesellschaft werden hiermit zur Teilnahme an der Generalversammlung mit dem Bemerken eingeladen, dass auf derselben die nach § 15 des Reglements zu erledigenden Punkte der Tagesordnung, insbesondere die Wahlen des Präsidenten, seines Stellvertreters und der 15 Mitglieder des Ausschusses zur Verhandlung kommen werden.

Sammelreferate haben freundlichst angemeldet:

1. Herr Prof. Dr. F. KOHL (Marburg): Fortschritte auf dem Gebiete der Chlorophyllforschung und der Assimilation.
2. Herr Dr. P. CLAUSSEN (Freiburg i. B.): Über neuere Arbeiten zur Entwickelungsgeschichte der Ascomyceten.

Ausserdem sind bis jetzt Vorträge angekündigt von Herrn Prof. Dr. KOHL: 1. Neue Untersuchungen über das Ergrünen der Pflanzen, 2. Die Farbstoffe der Diatomeen-Chromatophoren, 3. Demonstrationen.

Den Mitgliedern wird überdies durch Herrn N. GAIDUKOV in besonderem Vortrage: „Über die Anwendung des Ultramikroskopes nach SIEDENTOPF für die Untersuchung lebender Objekte“ (mit Demonstration unter Benutzung der Apparate der Firma CARL ZEISS) Gelegenheit geboten, sich mit dem Ultramikroskop und seiner Verwendbarkeit bekannt zu machen.

Es wird darauf hingewiesen, dass gleichzeitig mit uns die Deutsche Zoologische Gesellschaft in Marburg tagen wird. Es empfiehlt sich daher, dass auch unsere Mitglieder sich bereits am Montag, den 4. Juni, abends 8 Uhr, zu gegenseitiger Begrüssung zwanglos im Hotel Ritter (Ketzerbach) vereinigen.

Über die Abhaltung von Sitzungen am Mittwoch den 6. Juni wird sich die Versammlung je nach der Zahl der zur Meldung gelangenden Vorträge am Tage der eigentlichen Generalversammlung schlüssig machen.

Da die Beschaffung von Wohnungen für unsere Mitglieder wegen der Pfingstzeit in Marburg auf Schwierigkeiten stossen dürfte, hat sich Herr Dr. MEISENHEIMER vom Zoologischen Institut (Ketzerbach 63) in freundlicher Weise bereit erklärt, Bestellungen von Zimmern unter Berücksichtigung besonderer Wünsche der Teilnehmer an der Versammlung entgegenzunehmen. Es empfiehlt sich, Herrn Dr. MEISENHEIMER möglichst bald Bestellungen und Wünsche

bekannt zu geben. Ausser den durch Vermittelung zu erlangenden Privatzimmern werden folgende Gasthöfe empfohlen:

Hotel Pfeiffer, Elisabethstrasse,
" Ritter, Ketzerbach,
" Kaiserhof, Bahnhofstrasse,
Bahnhofshotel am Hauptbahnhof,
Hotel Freidhof, Universitätsstrasse.

I. A.
Prof. Dr. CARL MÜLLER,
Sekretär der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Dem Rufe war eine nicht allzu grosse Zahl von Fachgenossen gefolgt, die sich mit wenigen Ausnahmen bereits am Montag den 4. Juni (dem zweiten Pfingstfeiertage) abends im Hotel RITTER mit einer freilich viel stattlicheren Zahl von Zoologen zusammenfanden, um mit einer gewissen Spannung die Frage zu erörtern, ob die bevorstehende Geschäftssitzung eine Beschlussfähigkeit bringen werde oder nicht.

Die ordentliche Generalversammlung wurde am Dienstag den 5. Juni 1906, vormittags 10 Uhr, im Hörsaale des Botanischen Institutes im Botanischen Garten eröffnet. Die Anwesenheitsliste ergab nur 19 erschienene ordentliche Mitglieder, deren Namen zunächst hier folgen sollen. Es waren zugegen die Herren:

ADERHOLD-Dahlem (Berlin),
BAUR-Berlin,
BRUCK-Giessen,
CLAUSSEN-Freiburg i. B.,
GAIDUKOV-Jena,
JAHN-Berlin,
JOST-Strassburg i. E.,
KIENITZ-GERLOFF-Weilburg,
KOHL-Marburg i. H.,
KROEMER-Geisenheim,
MEYER (ARTHUR)-Marburg i. H.,
MÖBIUS-Frankfurt a. M.,
MÜLLER (CARL)-Berlin,
MUTH-Oppenheim a. Rh.,
OLTMANNS-Freiburg i. B.,
SCHENCK-Darmstadt,
SCHWENDENER-Berlin,
TISCHLER-Heidelberg,
VOLKENS-Berlin.

Die Beschlussfähigkeit war mithin noch nicht erreicht.

Als Gäste nahmen an der Sitzung teil die Herren:

BLAKESLEE (damals in Halle),
BREDEMANN-Marburg i. H.,
EUKER-Marburg i. H.,
OHRSTRÖM-Marburg i. H.,
MAGER-Marburg i. H.

Herr SCHWENDENER übernahm als Präsident der Gesellschaft die ihm zustehende Leitung der Versammlung, eröffnete die Sitzung um 10¼ Uhr und begrüsste die erschienenen Mitglieder sowie die

anwesenden Gäste unter Hinweis auf die Schwierigkeiten, mit welchen die Generalversammlung bezüglich des Besuches seit Jahren zu kämpfen habe. Daraus einen Schluss auf einen Rückgang des Interesses an unserer Gesellschaft zu ziehen, würde erfreulicherweise verfehlt sein, da die Mitgliederzahl sich alljährlich steigere und im Geschäftsjahre 1905 mit 459 Mitgliedern ihren bisherigen Höhepunkt erreicht habe. Aber auch unsere Berichte legen Zeugnis dafür ab, dass unsere Gesellschaft nach wie vor gedeiht, schliesse doch unser Band XXIII (1905) mit 516 Seiten Text und dem Generalversammlungsheft von 98 Seiten unter Beigabe von 21 Tafeln ab.

Auch die Rechnungsablage des Schatzmeisters, über welche Anlage I [S. (9)] Auskunft bringt, lässt den Stand der Gesellschaft als günstig bezeichnen. Es müsse freilich in Rechnung gezogen werden, dass das laufende Geschäftsjahr durch Herausgabe des Registerbandes für die ersten 20 Jahrgänge unserer Berichte und die für das 25jährige Bestehen der Gesellschaft beschlossene Herausgabe einer Festschrift den Vermögensstand der Gesellschaft vermindern werde.[1])

An Stelle des durch Krankheit heimgesuchten Schatzmeisters Herrn OTTO MÜLLER gab der Sekretär Herr CARL MÜLLER den Kassenbericht auszugsweise zur Kenntnis, worauf dem Schatzmeister und damit dem Vorstande Entlastung erteilt wurde.

Im Anschluss an den Kassenbericht stellte Herr ADERHOLD den Antrag, der Vorstand möge veranlasst werden, bei der Verlagsfirma GEBR. BORNTRAEGER dahin zu wirken, dass diese einen Teil der Kosten für die Herstellung des Registerbandes übernehme. Herr ARTHUR MEYER präzisierte diesen Antrag dahin, dass die Firma aufgefordert werden möchte, die Hälfte der Kosten für das Generalregister zu tragen. Die Versammlung stimmte dem einstimmig zu. Es musste natürlich dabei berücksichtigt werden, dass dieser Beschluss nicht als ohne Weiteres für den Verleger bindend angesprochen werden konnte, da der Vorstand auf Grund der von den früheren Generalversammlungen gefassten Beschlüsse bereits einen Vertrag über den Registerband geschlossen habe.[2])

Herr SCHWENDENER gedachte sodann der im Laufe des Geschäftsjahres verstorbenen Mitglieder, denen zu Ehren sich die Anwesenden von ihren Plätzen erhoben. Bedauerlicherweise lagen urschriftliche Nachrufe nicht vor, obwohl von mehreren Verfassern die Einsendung

---

1) Der Registerband ist in der Weihnachtswoche 1906 den Mitgliedern kostenlos zugestellt worden.

2) Es mag hier mitgeteilt werden, dass die Verlagsbuchhandlung sich auf Grund späterer Vereinbarung einverstanden erklärt hat, der Gesellschaft aus dem Vertrieb des Registerbandes 400 Mk. zu überweisen.

solcher zugesagt war. Der Sekretär nahm hier Anlass, auf die sich dadurch ergebende Schwierigkeit in der Geschäftsführung, insbesondere bezüglich des Erscheinens unseres Generalversammlungsheftes hinzuweisen. An der sich anschliessenden Diskussion beteiligten sich die Herren OLTMANNS, ARTHUR MEYER, ADERHOLD, MÖBIUS und TISCHLER. Aus diesen Erörterungen ergab sich der Antrag, dass die eingehenden wissenschaftlichen Arbeiten, welche auf der Generalversammlung zum Vortrage gelangen, entsprechend ihrem Eingangsdatum in die laufenden Hefte unserer Berichte aufgenommen werden sollen. Das Generalversammlungsheft solle dann mit besonderer Paginierung veröffentlicht werden und zwar unter Voranstellung der Nekrologe in der Reihenfolge, wie diese einlaufen, bis dann das Schlussheft den Band beende

Dieser Antrag wurde mit 12 Stimmen zum Beschluss erhoben. Es mag hierzu bemerkt werden, dass diesem Beschlusse entsprechend schon die Eingänge aus der Generalversammlung in Meran im Vorjahre behandelt worden sind.[2])

Da die obwaltende Beschlussunfähigkeit den Vollzug der Wahlen unmöglich machte, so wurden diese zunächst ausgesetzt. Sie kamen am Nachmittage des Sitzungstages zustande, da sich unser Mitglied Herr HESSE in Marburg trotz des Bevorstehens einer am gleichen Tage anzutretenden Amtsreise auf Grund einer ihm durch die Herren KOHL und CARL MÜLLER namens der Versammlung ausgesprochenen Bitte veranlasst sah, kurze Zeit der Versammlung beizuwohnen.

Eine längere Verhandlung erheischte die Frage der Wahl des Ortes und der Zeit für die nächste Generalversammlung. Herr OLTMANNS wünschte wieder die Beziehung zur Versammlung der Zoologen gewahrt zu sehen.

Dem gegenüber betonte Herr ADERHOLD, dass die Gesellschaft im Jahre 1907 ihr 25-jähriges Bestehen feiern könne. Aus diesem Anlasse müsse der Wunsch ausgesprochen werden, dass eine Feier veranstaltet werde, welche, wenn irgend möglich, so zu legen wäre, dass eine grössere Zahl von Teilnehmern mit Wahrscheinlichkeit sich einfinde. Es wäre ganz besonders zu erstreben, dass die Deutsche Botanische Gesellschaft wenigstens diesmal mit der „Vereinigung der Vertreter der angewandten Botanik“ sowie mit der „Vereinigung der Vertreter der systematischen Botanik“ am gleichen Orte in derselben Woche tage. Aus diesem Grunde empfehle es sich auch, dass man

2) Auch in dem laufenden Geschäftsjahre wurde dem Rechnung getragen. Die in Marburg zum Vortrag gebrachten Arbeiten sind in den laufenden Heften veröffentlicht worden. Leider sind Nachrufe für die Berichte nicht eingegangen, weshalb der Vorstand den Abschluss des Jahrganges mit dem vorliegenden Schlussheft am 1. März d. J. angeordnet hat.

die Tagung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte berücksichtige, welche im September in Dresden stattfinden werde. Da die oben genannten Vereinigungen vor derselben Frage ständen, so lasse sich nach unverbindlichen Zusagen ihrer Vorstände gern die wünschenswerte Lage herbeiführen.

Nach den Erörterungen trat man diesem Antrage mit Vorbehalt bei. In erster Linie wurde Leipzig als Ort der im September 1907 abzuhaltenden Generalversammlung in Vorschlag gebracht und die Absendung einer darauf bezüglichen telegraphischen Anfrage an Herrn PFEFFER-Leipzig beschlossen. Ausser Leipzig kam noch Jena in Betracht.

Die später eintreffende telegraphische Mitteilung des Herrn PFEFFER lautete zustimmend, wies aber zugleich darauf hin, dass die Abhaltung der Generalversammlung in Leipzig während der Messzeit (in der ersten Hälfte des Septembers) eine Unmöglichkeit sein würde.

Nach Kenntnisgabe eines eingegangenen Grusses unseres Mitgliedes Herrn E. KLEIN-Luxemburg war der geschäftliche Teil der Generalversammlung bis auf die Wahlen erledigt. Für letztere wurde die auf Nachmittag 3 Uhr anberaumte Sitzung bestimmt. Für den Vorsitz während der wissenschaftlichen Mitteilungen dieser Sitzung wurde Herr ARTHUR MEYER gewählt.

Da die Vormittagszeit den Beginn der wissenschaftlichen Tätigkeit noch ermöglichte, so erbrachte Herr KOHL sofort sein in der Einladung angekündigtes Sammelreferat [siehe oben, S. (2)].

Die Pause bis zur nächsten Sitzung vereinigte sämtliche zur Generalversammlung erschienenen Mitglieder nebst einigen Gästen zu einem gemeinsamen Mittagsmahle, dessen Veranstaltung der freundlichen Fürsorge des Herrn ARTHUR MEYER zu verdanken war.

Die Nachmittagssitzung wurde von 3 Uhr ab wiederum im Hörsaale des Botanischen Instituts abgehalten. Da Herr HESSE freundlichst erschienen und damit die Beschlussfähigkeit der Versammlung erreicht war, so konnten nunmehr die Wahlen vollzogen werden.

Es wurden gewählt:

Herr S. SCHWENDENER zum Präsidenten,
» W. PFEFFER zum Stellvertreter des Präsidenten.

Zu Mitgliedern des Ausschusses:

Herr CORRENS-Leipzig,
» FÜNFSTÜCK-Stuttgart,
» HEINRICHER-Innsbruck,
» KLEBS-Halle,

Herr MEYER-Marburg i. H.,
» MOLISCH-Prag,
» NOLL-Bonn,
» OLTMANNS-Freiburg i. B.,

Herr SCHRÖTER-Zürich,
» SOLEREDER-Erlangen,
» SOLMS-LAUBACH, Graf ZU, in Strassburg i. E.,
Herr STAHL-Jena,
» VON TUBEUF-München,
» VON VÖCHTING-Tübingen,
» VON WETTSTEIN-Wien.

Unter dem Vorsitz des Herrn ARTHUR MEYER sprach sodann Herr BLAKESLEE über die geschlechtliche Trennung der Mucorineenmycelien und ihre Bedeutung für die Entstehung ihrer Zygosporen. Darauf hielt Herr CLAUSSEN seinen als Sammelreferat angekündigten Vortrag [siehe oben, S. (2)].

Da beim Schluss des Vortrages (4 Uhr 50 Minuten) das erwartete Telegramm aus Leipzig noch nicht eingetroffen war, so wurde bezüglich der nächsten Generalversammlung als Ort derselben Leipzig angenommen, für den Fall der Unmöglichkeit einer Tagung in Leipzig Jena in Aussicht genommen. Für die Zeitbestimmung ist es dem Präsidenten überlassen, sich mit den Vereinigungen für angewandte Botanik, sowie für systematische Botanik ins Einvernehmen zu setzen und, wenn möglich, die zweite Hälfte des Septembers für die Tagung festzuhalten.

Für die am Mittwoch, den 6. Juni, auf Nachmittag 3 Uhr abzuhaltende Sitzung wurde Herr OLTMANNS durch Zuruf zum Vorsitzenden gewählt.

Am Mittwoch Vormittag demonstrierte Herr GAIDUKOV die Einrichtung des von der Firma ZEISS im Physikalischen Institut der Universität aufgestellten Ultramikroskopes unter Einschaltung von pflanzlichen Objekten, welche in den in unseren Berichten erschienenen Arbeiten des Herrn GAIDUKOV behandelt worden sind. Ein grösserer Teil der Botaniker besuchte sodann den Vortrag des Herrn HERTWIG-München „Über die Geschlechterdifferenzierung bei den Embryonen und Larven der Batrachier.“

In der unter dem Vorsitz des Herrn OLTMANNS im Hörsaale des Botanischen Instituts am Nachmittag um 3 Uhr 25 Minuten eröffneten Sitzung sprach Herr KOHL-Marburg „Über die Assimilation der Kohlensäure durch das Karotin“. Der Inhalt des Vortrages ist in unseren Berichten (1906, S. 222—229) enthalten. Sodann sprach Herr KOHL über die Natur des Diatomins, an dessen Zusammensetzung Xanthophyll und Karotin den wesentlichsten Anteil haben.

Herr EUKER-Marburg behandelte hierauf den Gefässbündelverlauf in den Rhizomen von *Convallaria majalis*. Die Arbeit wurde in Heft 6, S. 330—339 dieses Jahrganges unserer Berichte veröffentlicht.

Herr SAAME-Giessen hielt einen Vortrag über die eigenartigen Doppelkerne im Endosperm bezw. im Embryosacke von *Fritillaria*. Die Mitteilung ist in Heft 6, S. 306—309 dieses Bandes der Berichte, erschienen.

Herr MUTH-Oppenheim legte hierauf ein reiches Material von extraxillierten Sprossen von *Salvia pratensis* vor. Die Arbeit findet sich in Heft 7, S. 353—360 dieser Berichte, veröffentlicht.

Herr ARTHUR MEYER hielt sodann einen Vortrag über die Vorgänge und Erscheinungen beim Abtöten der Bakteriensporen. Der Inhalt des Vortrages bildet den Gegenstand der in Heft 6, S. 340 bis 352 gegebenen Mitteilung.

Zum Schluss machte Herr CARL MÜLLER noch auf das Erscheinen der neuesten KNY'schen Wandtafeln aufmerksam, welche während der Versammlung im Sitzungsraume ausgestellt waren. Es wurde besonders darauf hingewiesen, dass das Format der Tafeln gegen die bisher erschienenen der Sammlung wesentlich grösser gewählt worden sei, um die Verwendbarkeit der Tafeln auch in grösseren Räumen zu ermöglichen.

Wenn nun noch kurz erwähnt wird, dass auch der gesellige Teil der Versammlung, dank der Liebenswürdigkeit der Marburger Fachgenossen zu seinem Rechte kam, so mag mit dem Danke an dieselben dieser Bericht seinen Abschluss finden.

Berlin, im April 1907.

S. SCHWENDENER
z. Z. Präsident.

CARL MÜLLER
als Schriftführer.

**Anlage I.**

# Rechnungsablage des Jahres 1905.

| | Soll M | Soll Pf. | Haben M | Haben Pf. |
|---|---|---|---|---|
| **I. Beiträge-Konto.** | | | | |
| Im Jahre 1904 vorauf gezahlte Beiträge im Vortrage . . . . . . . . . . . 592,50 M<br>Im Jahre 1905 eingezahlte Beiträge 6863,54 „ | . | . | 7 456 | 04 |
| Für Rechnung 1905 gezahlte Beiträge:<br>74 Berliner à 20 M . . . . . . 1480,00 M<br>366 Auswärtige à 15 M . . . . 5490,00 „<br>19 Ausserordentliche à 10 M . 190,00 „<br>Mehrzahlungen . . . . . . 23,54 „ | | | | |
| 459 Mitglieder zahlten . . . . . . . . . . | 7 183 | 54 | | |
| Für Rechnung 1906 ff. vorauf gezahlte Beiträge im Übertrage . . . . . . . . . . . . . . | 272 | 50 | | |
| | 7 456 | 04 | 7 456 | 04 |
| **II. Interessen-Konto.** | | | | |
| Zinsen aus dem Depôt und dem Konto-Korrent der Darlehnskasse . . . . . . . . . . . . | 531 | 60 | | |
| **III. Gewinn-Konto.** | | | | |
| GEBRÜDER BORNTRÆGER zahlten 25 pCt. des Reingewinnes an Band XXII . . . . . . . | 321 | 00 | | |
| **IV. Berichte-Konto.** | | | | |
| Band XXIII, Jahrgang 1905:<br>516 + (98) + 2 = 616 Seiten Text; 21 Tafeln, 931,07 *qcm* Holzschnitte usw. Entnommen 467 Exemplare (459 für Mitglieder, 7 für Ehrenmitglieder, 1 für den Schriftführer) . | 4 577 | 25 | | |
| Ersatz für Farbentafel III . . . . . . . . . | . | . | 45 | 60 |
| Kosten des Bandes XXIII . . . . . . . . . . | . | . | 4 531 | 65 |
| | 4 577 | 25 | 4 577 | 25 |
| **V. Kosten-Konto.** | | | | |
| Porto für Korrespondenzen usw. . . 116,27 M<br>Porto für Versendung der Hefte . . 477,20 „<br>Spesen und Provisionen . . . . . . 54,32 „<br>Formulare usw. . . . . . . . . . . . 170,00 „<br>Honorare usw. . . . . . . . . . . . 776,50 „<br>Institutsdiener . . . . . . . . . . . 10,00 „<br>Glückwunschschreiben . . . . . . . 6,00 „ | . | . | 1 610 | 64 |

| | Soll | | Haben | |
|---|---|---|---|---|
| | ℳ | Pf. | ℳ | Pf. |
| **VI. Kapital-Konto.** | | | | |
| Am 1. Januar 1905 Vermögen im Vortrage:<br>Fester Bestand . . . . . 5000,00 ℳ<br>Lebenslängl. Mitglieder . 600,00 „<br>Flüssiges Vermögen . . . 5020,42 „ | . | . | 10 620 | 42 |
| I. Beiträge-Konto . . . . . . . . . . . . . . | . | . | 7 183 | 54 |
| II. Interessen-Konto . . . . . . . . . . . . | . | . | 531 | 60 |
| III. Gewinn-Konto . . . . . . . . . . . . . | . | . | 321 | 00 |
| IV. Berichte-Konto . . . . . . . . . . . . . | 4 531 | 65 | | |
| V. Kosten-Konto . . . . . . . . . . . . . . | 1 610 | 64 | | |
| Am 31. Dezember 1905 Vermögen im Übertrage:<br>Fester Bestand . . . . . 5000,00 ℳ<br>Lebenslängl. Mitglieder . 600,00 „<br>Flüssiges Vermögen . . . 6914,27 „ | 12 514 | 27 | | |
| | 18 656 | 56 | 18 656 | 56 |
| **Voranschlag für 1906.**<br>(Durchschnitt der letzten drei Jahre). | | | | |
| Vortrag des Vermögens am 1. Januar . . . . | . | . | 12 514 | 27 |
| Beiträge . . . . . . . . . . . . . . . . . . | . | . | 7 060 | 00 |
| Zinsen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | . | . | 533 | 00 |
| Gewinn . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | . | . | 250 | 00 |
| Kosten . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 630 | 00 | | |
| Berichte . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5 010 | 00 | | |
| Festschrift und Generalregister . . . . . . . | 8 117 | 27 | | |
| Vermögen am 31. Dezember 1906 im Übertrage | 5 600 | 00 | | |
| | 20 351 | 27 | 20 357 | 27 |

Die Einnahmen aus den Beiträgen betragen 7183,54 ℳ; die laufenden Ausgaben betragen 6142,29 ℳ. Folglich sind 1041,25 ℳ mehr eingenommen als ausgegeben. Bei 459 zahlenden Mitgliedern kommt auf jedes Mitglied 15,65 ℳ Beitrag und 13,41 ℳ Ausgabe.

Die Herausgabe einer Festschrift und eines Generalregisters der ersten 20 Bände der Berichte ist beschlossen. Die Kosten für diese beiden Publikationen wurden im Voranschlage mit 8117,27 ℳ, vorbehaltlich spezielleren Anschlages, eingesetzt.

Berlin, Mai 1906.

OTTO MÜLLER.

# Sammelreferate.

## I. P. Claussen: Über neuere Arbeiten zur Entwickelungsgeschichte der Ascomyceten.

**Mit 7 Abbildungen.**

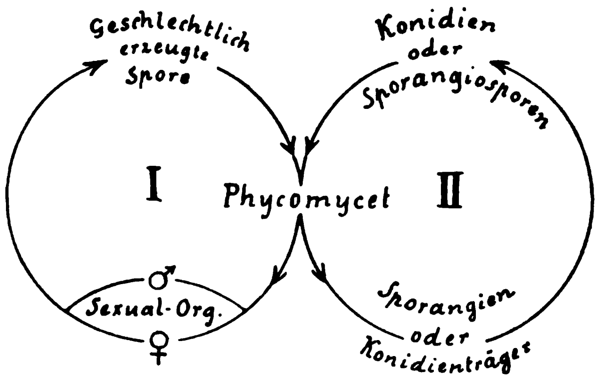
Im Jahre 1895 erschien in den Berichten unserer Gesellschaft eine kleine, aber wichtige Arbeit von HARPER (49) über die Entwickelung des Peritheciums von *Sphaerotheca Castagnei*. Auf Grund von Untersuchungen, die im Bonner botanischen Institut mit Hülfe moderner Mikrotom- und Färbetechnik ausgeführt waren, nimmt der Verfasser Stellung zu den beiden damals üblichen Ansichten über den Entwickelungsgang der Ascomyceten, der DE BARY'schen und der BREFELD'schen. Beide Autoren suchen zum Verständnis dieses Entwickelungsganges dadurch zu kommen, dass sie ihn mit dem der Phycomyceten vergleichen.

Bei den Phycomyceten verläuft bekanntlich die Entwickelung so: An der Pflanze entstehen entweder männliche und weibliche Sexualorgane; sie erzeugen durch Copulation eine Spore; aus der Spore wird, direkt oder auf einem Umwege, die Pflanze; oder es bilden sich an der Pflanze Sporangien oder Konidienträger mit Sporangiosporen oder Konidien, die auskeimen und wieder die Pflanze liefern. Schematisch lässt sich der Entwickelungsgang so darstellen, wie die Figur auf S. 12 zeigt.

Auf die übrigen Arten der Fortpflanzung brauchen wir hier nicht einzugehen. Der Entwickelungsgang der Phycomyceten setzt sich also aus zwei Kreisläufen zusammen, einem geschlechtlichen und einem ungeschlechtlichen. Bezeichnen wir sie mit I und II, so läuft die Ansicht DE BARY's darauf hinaus, dass derjenige Teil des Entwickelungsganges der Ascomyceten, in den die Asci eingeschaltet sind, mit I, die BREFELD's, dass er mit II übereinstimme. DE BARY[1]) sagt selbst: „Vergleicht man den Gesamtentwickelungsgang der in bezug auf ihn vollständig bekannten Ascomyceten mit dem anderer

1) DE BARY, A.: Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze usw. Leipzig 1884. S. 251.

Pilzgruppen, so tritt ein Parallelismus deutlich hervor zwischen dem *Eremascus* und den mit Archicarpien und Antheridienzweig versehenen Ascomyceten auf der einen, und den Mucorineen, Peronosporeen, Saprolegnieen auf der anderen Seite. Aus den Carposporen (Ascosporen, Oosporen) wird ein Thallus, der seine Entwickelung mit Bildung von Archicarp, Antheridienzweig und von diesen wiederum gebildeten Carposporen abschliesst. Hierauf beschränkt sich der ganze Entwickelungsgang in manchen Fällen, z. B. *Eremascus*, *Pyronema*, *Ascobolus* spec. einerseits, *Pythium vexans*, *Artotrogus* andererseits; in den meisten Fällen ist in denselben eingeschaltet die Bildung noch anderer Sporen, der Conidien.[1]) Die Conidien[1]) sind teils alle von gleicher Beschaffenheit, z. B. *Erysiphe*, *Peronospora*, teils kommen bei einer Species mehrerlei vor. Der Parallelismus geht bis zu naher




Gestaltähnlichkeit der gleichnamigen Organe bei bestimmten Gruppen. *Eremascus* könnte, nach der Beschreibung EIDAM's, fast zu den Mucorineen, speziell den Piptocephalideen gestellt werden; andererseits fehlt ihm nichts von den wesentlichen Entwickelungseigenschaften eines Ascomyceten. Nach der Gestaltung seiner Archicarpien gleicht er *Penicillium*, *Gymnoascus*, *Eurotium* u. a. vollständig. Grosse Übereinstimmung ist weiterhin zwischen Thallus, Conidienbildung, Archicarp und Antheridienzweig der Erysipheen, zumal *Podosphaera* einerseits und manchen Peronosporeen andererseits. Diese Gruppen vermitteln daher einen näheren Anschluss der in Rede stehenden Ascomyceten an die Peronosporeen, eine bis zur Berührung gehende Konvergenz beider Gruppen, welche als phylogenetische Verwandtschaft aufgefasst werden kann.“ Die „Vergleichungen ergeben, dass Archicarpien, Antheridienzweige und die übrigen gleichnamigen Teile

1) DE BARY schreibt Gonidien.

aller hier verglichenen Pilze homolog sind. Die Homologien gehen bis zum Archicarp". „Erst[1]) mit dem Nachweise der Homologie zwischen den Archicarpien von beiderlei Gruppen (Phycomyceten und Ascomyceten. Anm. d. Ref.) ist auch die Homologie aller jener Sporen festgestellt, welche im Vorstehenden Conidien genannt werden." DE BARY hält sie für homolog mit denen der Peronosporeen.

Die Anschauungen DE BARY's sind seinerzeit herrschend gewesen. Sie gingen in das weitverbreitete Lehrbuch von SACHS über und werden auch von GOEBEL in seiner Bearbeitung des systematischen Teils von SACHS' Lehrbuch vertreten.

Zuerst schloss sich auch BREFELD diesen Ansichten an, hat sie aber später aufs Heftigste (zuletzt 9) bekämpft. Er sagt auf Grund seiner Kulturversuche und Beobachtungen (8. IX. S. 55): „Von den sämtlichen vielgestaltigen Fruchtformen der Ascomyceten kann also nun mit vollster Sicherheit ausgesagt werden, dass sie sowohl ungeschlechtlichen Ursprunges wie an sich ungeschlechtlicher Natur sind." „Der Ascus (8. IX. S. 72) stellt die höhere, typisch gewordene Form des Sporangiums dar, die Form, welche in Grösse und Gestalt und in der Zahl der Sporen bestimmt geworden ist und aufgehört hat, wie ein Sporangium nach äusseren Umständen beliebig in der Formausbildung zu schwanken." „Die Ascomyceten (8. IX. S. 86) gehen auf die Sporangientragenden niederen Pilze natürlich zurück, sie fruktifizieren ebenso in Sporangien wie diese, nur sind ihre Sporangien nicht mehr schwankend in Gestalt und Sporenzahl, sondern typisch und bestimmt geworden in der Formausbildung und in der Zahl der Sporen — mit einem Worte, ihre Sporangien sind zu „Ascen" geworden. Und an der Stelle, wo diese Formvollendung sich vollzogen hat, an eben dieser Stelle liegt die Grenzscheide zwischen den höheren Ascomyceten und den einfacheren noch in Sporangien fruktifizierenden Pilzen."

Die Entscheidung zwischen den beiden oben erwähnten Theorien konnte, da es sich darum handelte, die genaueren Einzelheiten der Entwickelung und die Funktion vor allem derjenigen Gebilde, die DE BARY für Sexualorgane hält, festzustellen, am sichersten durch histologische Untersuchung erfolgen.

Diesen Weg hat, wie schon erwähnt, HARPER betreten und nach meiner Meinung mit durchschlagendem Erfolg. Ich halte also die DE BARY'schen Anschauungen vom Entwickelungsgange der Ascomyceten damit für bewiesen und die BREFELD'schen für falsch.

Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen will ich meine Meinung zu begründen versuchen.[2])

---

1) DE BARY, a. a. O. S. 252.

2) Ich beschränke mich auf die nach Ausschluss der Hefen und Flechtenascomyceten noch übrig bleibenden Formen und verweise für die Hefen auf JAHN, E.,

Zuerst bespreche ich die Organe, welche DE BARY für Sexualorgane hält. Unter den entwickelungsgeschichtlich gut bekannten Formen lassen sich mehrere Reihen unterscheiden. Ich beginne mit den am besten bekannten, den

### **Erysibaceae** (95).

Drei Gattungen sind sehr gut untersucht: *Sphaerotheca* durch HARPER (49), DANGEARD (14, 15), BLACKMAN und FRASER (6) und HARMS, *Erysibe* durch HARPER (50) und *Phyllactinia* ebenfalls durch HARPER (54). Die Entwickelung der mutmasslichen Sexualorgane verläuft überall im wesentlichen, wenn ich zunächst den Angaben HARPER's (49, 50, 54) folge, gleich. Von zwei verschiedenen Hyphen erheben sich kleine Äste, die sich aneinanderlegen und nach kurzer Zeit durch je eine Wand von der Traghyphe getrennt werden (Fig. 1, *1*). Der eine, dickere (ascg.) wächst etwas heran. Eine Teilung, wie im andern, dünneren findet nicht statt. Wie die drei so entstandenen Zellen zu deuten sind, zeigt das Studium der Entwickelungsgeschichte nun sehr leicht. In der Wand zwischen der oberen Zelle des kleineren Astes (anth.) und der Zelle, die den grösseren Ast bildet (ascg.), entsteht eine Öffnung (*o* Fig. 3, *1*). Der Kern der kleineren Zelle (anth.) wandert durch sie hindurch, legt sich an den des grösseren Astes an und verschmilzt mit ihm (Fig. 3, *1*, *2*, *v*). Da die beschriebenen Organe eine gewisse Ähnlichkeit mit Sexualorganen niederer Pilze haben, da sie an derselben Stelle im Entwickelungskreislauf auftreten und da zweifellos eine Kernverschmelzung stattfindet, haben wir die beiden Zellen (anth. und ascg. Fig. 1, *1*. 3, *1*, *2*) als Sexualzellen, die eine, die ihren Kern abgibt (anth.) als männliche, Antheridium, die andere, in der die Verschmelzung stattfindet, als weibliche (Oogonium, Ascogonium, ascg.) aufzufassen.

Gegen HARPER hat DANGEARD auf Grund seiner Befunde geltend gemacht, dass die Durchlöcherung der Membran und die von HARPER beschriebene Kernverschmelzung nicht stattfänden (14, 15). Es stand also Behauptung gegen Behauptung. Die Kritik hat zu ungunsten DANGEARD's entschieden. BLACKMAN und FRASER (6) bestätigen in einer kurzen Mitteilung HARPER's Angaben vollkommen. Ich selbst hatte schon vor mehreren Jahren *Sphaerotheca* nachuntersucht, aber mein Material war etwas zu alt. Vor 2 Jahren konservierte ich weitere mit *Sphaerotheca* infizierte Hopfenblätter und liess sie in unserm Institut von E. HARMS untersuchen. Das Resultat (nicht veröffentlicht) fiel durchaus zu gunsten HARPER's aus. HARMS fand Öffnungen in der Membran und Kernverschmelzungen in allen Stadien.

---

Archiv für Protistenkunde, und für die Flechten auf das Sammelreferat von M. FÜNFSTÜCK in den Berichten der Deutschen Bot. Gesellsch. Man vergl. ferner (3, 27, 70, 92, 100).

Die beste Bestätigung HARPER's früherer Angaben sehe ich in seinen neuen glänzenden Untersuchungen über *Phyllactinia corylea* (Pers.) Karst. (54) (Fig. 1, *2*, *3*. 3, *3*). Für die untersuchten Formen der Erysibaceenreihe steht also fest, dass sie sexuell sind.

Einkernige Sexualorgane besitzt, wie ich durch mündliche Mitteilung erfahren habe, nach neueren, im Berliner botanischen Institut

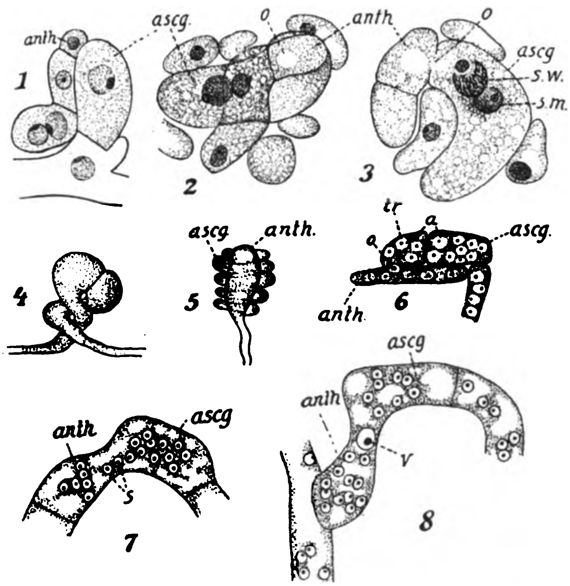



Fig. 1. *1. Sphaerotheca Castagnei* nach HARPER (49). Antheridium und Ascogon kurz vor der Befruchtung. 1, *2, 3*. *Phyllactinia corylea* nach HARPER (54). Sexualorgane zur Zeit der Befruchtung. 1, *4*. *Gymnoascus Reessii* nach DALE (12). Sexualorgane in Copulation. 1, *5*. *Gymnoascus candidus* nach DALE (12). Antheridium umwickelt vom Ascogon. 1, *6*. *Monascus* nach BARKER (1). Sexualorgane. Öffnung zwischen Trichogyne und Antheridium. 1, *7, 8*. *Dipodascus albidus* nach JUEL (58). 7. Antheridium und Ascogon in Copulation. *8*. Im Kopulationskanal hat eine Kernverschmelzung stattgefunden.
*anth*. Antheridium. *ascg*. Ascogon. *o* Öffnung zwischen Antheridium und Ascogon. *tr* Trichogyne. *a* Ascogon und Trichogyne liefernde Zelle. *s* Sexualkern. *s. m* männlicher Sexualkern. *s. w* weiblicher Sexualkern. *v* durch Verschmelzung entstandener Kern.

durch Fräulein STOPPEL ausgeführten Untersuchungen auch der von EIDAM entdeckte und beschriebene *Eremascus*. Die Sexualzellen verschmelzen an der Spitze. Der Zellverschmelzung folgt die Kernkopulation.

Beziehungen zu den Sexualorganen der *Erysibaceae* zeigen gewisse Organe der

## Plectascineae.

Ob alle Formen, die man heute als *Plectascineae* zusammenfasst, wirklich zusammengehören, ist eine Frage, die erst in Zukunft wird entschieden werden können. So untersucht, dass Schlüsse über die Sexualität gezogen werden können, sind *Gymnoascus Reessii* und *candidus* durch E. DALE (12). Am Mycel entstehen kurze Äste, die sich bei *Gymnoascus Reessii* schraubig in 2—3 Windungen umeinander wickeln (Fig. 1, *4*), während bei *Gymnoascus candidus* einer von ihnen gerade bleibt und vom andern in 4—5 Windungen umwachsen wird (Fig. 1, *5*). In beiden Fällen sind die Äste einzellig und mehrkernig. Sie legen sich mit ihren freien Enden aneinander, die Protoplasten verschmelzen sicher, die Verschmelzung der Kerne konnte wenigstens wahrscheinlich gemacht werden. Nahe verwandt mit *Gymnoascus* (62) sind ohne Zweifel *Ctenomyces* (82) und *Penicillium* (26, 63). In welcher Beziehung *Aspergillus* (26, 35, 67) und *Onygena* (99) zu ihnen stehen, ist ohne genaue Untersuchung der allerjüngsten Stadien nicht sicher zu sagen.

Unsere entwickelungsgeschichtliche Kenntnis der erwähnten Plectascineen ist zwar sehr dürftig, aber dieselben Gründe, die ich für die Erysibaceae angeführt habe, zwingen auch hier zu der Annahme, dass die schraubig gewundenen Organe bei *Gymnoascus* Sexualzellen sind. DANGEARD (26) bestreitet die Sexualität von *Gymnoascus*. Er findet keine Verschmelzung der Sexualzellen. Gegenüber den positiven Angaben von Miss DALE beweist aber sein Widerspruch nichts.

An diese Formen schliesse ich den in letzter Zeit viel studierten *Monascus* (102), ohne damit sagen zu wollen, dass er etwa verwandtschaftliche Beziehungen zu den Plectascineen zeigt. Über *Monascus* liegen ausgedehnte Untersuchungen von BARKER (1) und KUYPER (64, 65) und kürzere Mitteilungen von DANGEARD (19), IKENO (57) und OLIVE (91) vor. Ich halte mich zunächst an BARKER (1). Die Gebilde, aus denen die Fruchtkörper entstehen, entwickeln sich in folgender Weise. Von einer aus dem Substrat hervorragenden Hyphe wird durch eine Querwand am Ende eine Zelle (Fig. 1, *6* anth.) abgeschnitten. Dicht unter ihr wächst ein Ast hervor, der sie gleichsam zur Seite drängt, indem er sich rechtwinkelig zur Traghyphe stellt. Der Ast (Fig. 1, *6a*) wird durch eine Wand (Fig. 1, *6* unterhalb ascg.), abgeschnitten und tritt durch eine Öffnung *o* mit der zuerst erwähnten Zelle (anth.) in Verbindung. Aus ihr wandern einige Kerne durch die Öffnung hindurch und es findet höchstwahrscheinlich Kernverschmelzung in der Zelle *a* statt. Zelle *a* wird darauf nach BARKER'S Angaben zerlegt. Dieses Stadium

ist in Fig. 1, *6* abgebildet. Nur der untere Teil ascg. entwickelt sich weiter.

Treffen BARKER'S Angaben zu, so wäre die zuerst gebildete Zelle (anth.) das Antheridium, die, von welcher die Entwickelung ausgeht, das Ascogon (ascg.). IKENO (57) und OLIVE (91) halten *Monascus* auch für sexuell. IKENO hat genauere Untersuchungen nicht angestellt, dagegen gibt OLIVE an, dass nicht die von BARKER angenommene Zelle als Ascogon funktioniere, sondern die ihr benachbarte Endzelle, die BARKER Trichogyne (Fig. 1, *6 tr.*) nennt. Das BARKER'sche Ascogon fasst OLIVE als eine Nährzelle auf. DANGEARD (19) und KUYPER (64, 65) leugnen Zell- und Kernverschmelzung und damit Sexualität überhaupt. Ich glaube, man darf auf den Widerspruch der beiden Autoren nicht viel geben, denn wenn DANGEARD's Technik nicht ausreichte, um bei einer Form wie *Sphaerotheca*, deren Untersuchung ungleich leichter ist als die von *Monascus*, die Sexualität aufzufinden, so ist es nur natürlich, dass sie bei der Untersuchung von *Monascus* völlig versagte. Dass KUYPER's Technik auch den geringsten Anforderungen nicht entspricht, zeigt ein Blick auf die Figuren. Für *Monascus* muss das Urteil also lauten: Sexualität ist nicht sicher erwiesen, aber sie ist wahrscheinlich. Welche Zelle das Ascogon darstellt, bleibt zu untersuchen.

Für alle bisher erwähnten Formen ist charakteristisch, dass die sämtlichen Kerne des Antheridiums und Ascogons mit einander paarweise kopulieren. Nach den Untersuchungen von JUEL (58) verhält sich der von V. LAGERHEIM (66) entdeckte *Dipodascus albidus* anders. Ohne Zweifel ist auch diese Form sexuell, aber von den zahlreichen Kernen der Geschlechtsorgane verschmilzt nur ein Paar (Fig. 1, *7*, *8*. 3, *4*), je einer aus der männlichen (anth.) und weiblichen (ascg.) Zelle.

Die genauer untersuchten sexuellen Formen mit Einzelascogonen sind damit erschöpft.

Von denjenigen Spezies, bei welchen die Bildung der Asci eines Fruchtkörpers sich nicht auf eine Zelle zurückführen lässt, sind bisher bekannt: *Pyronema* (53) und *Boudiera* (11).

Die von mir studierte *Boudiera* ist von HENNINGS als neue Art beschrieben. Die Bestimmung ist aber neuerdings von CAVARA angefochten worden. Die Art soll zu der von VAN TIEGHEM aufgestellten Gattung *Ascodesmis* gehören. Bis die Frage geklärt — CAVARA ist mit der Bestimmung beschäftigt —, wende ich weiter den Namen *Boudiera* an.

Bei *Boudiera* nimmt der Fruchtkörper seinen Ursprung von einem sehr komplizierten System von Hyphen. Von einer Zelle eines Mycelfadens erhebt sich ziemlich senkrecht zum Substrat ein

Ast, der bald sein Längenwachstum einstellt und sich wiederholt in einer dem Substrat nahezu parallelen Ebene verzweigt (Fig. 2, *1*). Die Zahl der Dichotomien beträgt 2—5, doch werden nicht alle Verzweigungen regelmässig durchgeführt (Fig. 2, *1*, *2*). Es kann

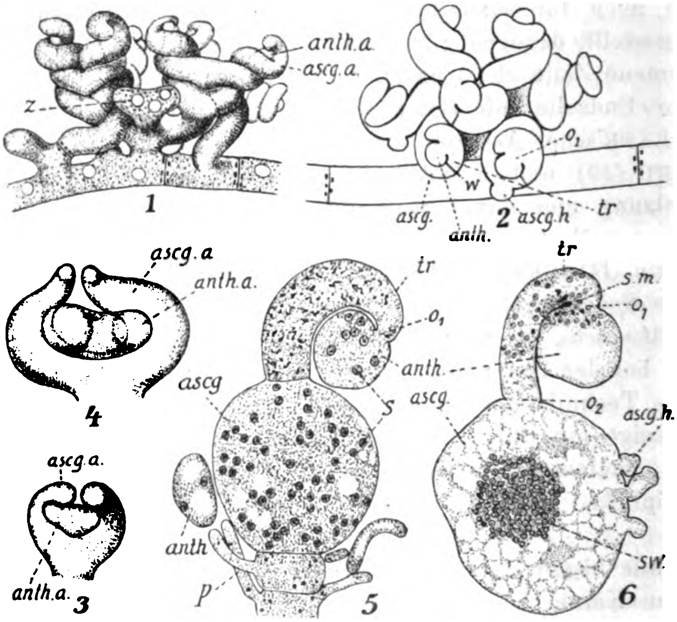



Fig. 2. 2, *1—3*. *Boudiera* nach CLAUSSEN (11). 2, *1*. Fruchtanlage mit den Anlagen von 8 Sexualorganpaaren. 2, *2*. Öffnungen in den Wänden zwischen Trichogyne und Antheridium. 2, *3*. Junge Anlage zweier Paare von Sexualorganen. 2. *4—6*. *Pyronema confluens*. 2, *4*. Original, 2, *5* und *6* nach HARPER (53). 2, *4*. Junge Anlage zweier Paare von Sexualorganen (entspricht 2, *3* bei *Boudiera*). 2, *5*. Antheridium und Ascogon, Schnittpräparat. Die Wand zwischen Antheridium und Trichogyne ist aufgelöst. Von den Trichogynkernen sind nur noch Reste sichtbar. 2, *6*. Die Wand zwischen Trichogyne und Ascogon ist aufgelöst. Männliche Kerne auf der Wanderung zum Ascogon.

*anth.* Antheridium. *ascg* Ascogon. *tr* Trichogyne. *ascg. h.* ascogene Hyphe. *w* Wand zwischen Trichogyne und Ascogon $o_1$ Öffnung zwischen Antheridium und Trichogyne, $o_2$ Öffnung zwischen Trichogyne und Ascogon. *s* Sexualkerne. *s. m* männliche, *s. w* weibliche Sexualkerne. *z* fehlgeschlagener Ast. *p* hüllbildende Hyphen.

also ein Seitenast erster Ordnung sich öfter oder weniger oft dichotomisch verzweigen als die anderen. Das Gleiche gilt von den Ästen höherer Ordnung. Die Endzweige sind in gesetzmässiger Weise gekrümmt (Fig. 2, *3*, *1*, ascg. a.). In das eben beschriebene Hyphensystem wachsen von benachbarten Zellen desselben oder eines

sehr nahe liegenden Fadens ein oder mehrere Äste hinein, sie verzweigen sich mehrfach dichotomisch, und ihre Enden wickeln sich um die gekrümmten Endzweige des zuerst geschilderten Systems herum (Fig. *2*, *3*, *1* anth. a.). Die schraubig eingekrümmten Teile beider Systeme werden durch Wände abgeschnitten und die des ersten Systems (ascg. a. Fig. 2, *1*) in eine obere kleinere (*tr* Fig. 2, *2*) und eine untere grössere Zelle (ascg. Fig. 2, *2*) zerlegt, deren jede mehrkernig ist. Zwischen der kleineren (*tr*) und der ungeteilt gebliebenen (anth.) entsteht eine Verbindung ($o_1$ Fig. 2, *2*). Die Kerne der kleineren Zelle *tr* degenerieren, die von anth. wandern in sie ein und nach dem Schwinden der Wand *w* in die ihr benachbarte untere ascg., wo sie mit den dort vorhandenen Kernen paarweise kopulieren (Fig. 3, *6*, *7* *s* und *v*). Die Kernverschmelzung ist zwar schwierig, aber deutlich nachzuweisen. Auch hier haben wir also Sexualität, und die Sexualzellen sind in bekannter Weise als Antheridium, Ascogonium und Trichogyne zu deuten.

Wenn die Ansicht CAVARA's, dass die von mir untersuchte Art mit einer der VAN TIEGHEM'schen *Ascodesmis*-Spezies identisch ist, zu Recht besteht, hat meine oben vorgetragene Meinung Widerspruch erfahren. DANGEARD (21) beschreibt nämlich den Prozess der Bildung der Fruchtkörperanlagen sehr abweichend. Nach ihm soll sich der Antheridien bildende Ast aus dem Ascogone bildenden differenzieren. Seine Worte lauten: „Nos observations montrent que, dès les premières dichotomies du filament générateur, la branche qui fournira les anthéridies se différencie de celle qui donnera naissance aux ascogones“. Dass die Antheridien und Ascogone auf verschiedenen Ästen aufsitzen, gibt er zu. Eine Kopulation zwischen den Sexualzellen soll nicht stattfinden, aber das Plasma im Antheridium und in der Trichogyne schwindet (le cytoplasme se rarifie de bonne heure dans les anthéridies et disparaît également au sommet de l'ascogone). Wo es bleibt, wird nicht gesagt, was mit den Kernen geschieht, ebenfalls nicht. Dagegen wird angegeben, dass die Ascogonkerne grösser geworden sind und einen grossen Nucleolus besitzen (mais ces derniers ont augmenté de volume et ils possèdent un gros nucléole). Wie die grossen Kerne und die grossen Nucleolen zu stande kommen, darüber sagt DANGEARD nichts. Nach der oben vorgetragenen Auffassung sind alle diese Beobachtungen ohne weiteres verständlich.

Neuere sehr eingehende Untersuchungen, die ich im letzten und vorletzten Jahre anstellte, haben mir gezeigt, dass die Entwickelung der ersten Anlagen der Ascusfrucht von *Pyronema* genau so vor sich geht, wie die von *Boudiera*. Über diesen Punkt macht HARPER (53) in seiner vortrefflichen Arbeit keine Angaben. Er untersuchte die allerjüngsten Stadien nicht. Antheridien und Ascogone

— ich will sie gleich so bezeichnen — nehmen ihren Ursprung gleich von Anfang an aus völlig getrennten Hyphen. Von den homologen Teilen bei *Boudiera* unterscheiden sich die Sexualorgane nur in ihrer Form (Fig. 2, *4—6*). Die Antheridien sind keulenförmig, die Ascogone fast kugelig (Fig. 2, *5*, *6* ascg.) und die Trichogynen (*tr*) sitzen diesen Kugeln in Form etwa eines Schwanenhalses auf. An günstigen Präparaten kann man sich überzeugen, dass die Krümmungen, die bei *Boudiera* sehr deutlich sind, auch hier noch wenigstens andeutungsweise sich erkennen lassen, besonders an jüngeren Objekten. An älteren ist meist nur die Trichogyne schraubig gekrümmt, selten auch das Antheridium. Die Ergebnisse meiner weiteren Untersuchungen decken sich mit denen HARPER's vollkommen. (Vergl. hierzu 96, 84, 9). Die Sexualzellen sind vielkernig (Fig. 2, *5*, *s*). Zuerst werden die Kerne der Trichogyne aufgelöst (Fig. 2, *5*), dann entsteht eine Verbindung der Protoplasten von Antheridium und Trichogyne ($o_1$ Fig. 2, *5*, *6*). Die Antheridiumkerne wandern in die Trichogyne ein (Fig. 2, *6*) und, wenn sie der Mehrzahl nach sich in der Trichogyne befinden (Fig. 2, *6*), wird die Wand zwischen dieser und dem Ascogon gelöst ($o_2$), die Antheridium- und Ascogonkerne legen sich aneinander und verschmelzen paarweise (Fig. 3, *5*). Das wirklich je ein Ascogon- und ein Antheridiumkern kopulieren, lässt sich direkt beweisen. Man kann die Kerne durch Färbung mit Hämatoxylin-Eisenalaun nach HEIDENHAIN und Gegenfärbung mit Orange G. kenntlich machen. An gut gelungenen Präparaten zeigen die weiblichen Kerne den bekannten Hämatoxylinton, die männlichen haben einen Stich ins Bräunliche, der vor der Kopulation noch deutlicher ist. Damit sind, glaube ich, die letzten Zweifel an der Sexualität von *Pyronema* beseitigt.

DANGEARD (20, 23) bestreitet sie sehr entschieden. Ich will deshalb mit ein paar Worten auf seine Argumente eingehen. Dass er in seiner ersten Arbeit (20) behauptet, die Membran zwischen Trichogyne und Ascogon verschwände nicht, und die Kerne des Antheridiums degenerierten, hat seinen Grund lediglich in unzureichender Untersuchung. DANGEARD wiederholt zwar in seiner zweiten Mitteilung (23) seine Behauptung, aber die direkte Beobachtung zeigt unwiderleglich das Verschwinden der Membran zwischen Ascogon und Trichogyne. Man kann an günstigen Präparaten die Kerne auf ihrer Wanderung gerade an der Stelle wahrnehmen, an der die Wand liegen müsste.

Aus der Beobachtung DANGEARD's, dass die Zahl der Kerne im Antheridium und Ascogon nicht übereinstimmt, was übrigens auch schon von HARPER angegeben wird, kann ein Argument gegen die Sexualität nicht hergeleitet werden, auch daraus nicht, dass etwa zwei

Ascogone durch Vermittelung ihrer Trichogynen mit einem Antheridium in Verbindung treten, wie man in Kulturen häufig sieht. Was mit den Kernen geschieht, die in diesem Fall nicht kopulieren, ist eine offene Frage. Völlig einwandfreie Angaben kann ich darüber nicht machen, ich vermute aber, dass sie unbenutzt im Ascogon liegen bleiben.

Die Behauptung DANGEARD's, HARPER schreibe den Antheridien- und Ascogonkernen dieselbe Grösse zu, braucht nicht widerlegt zu werden, denn HARPER sagt ausdrücklich: „The nuclei of the antheri-

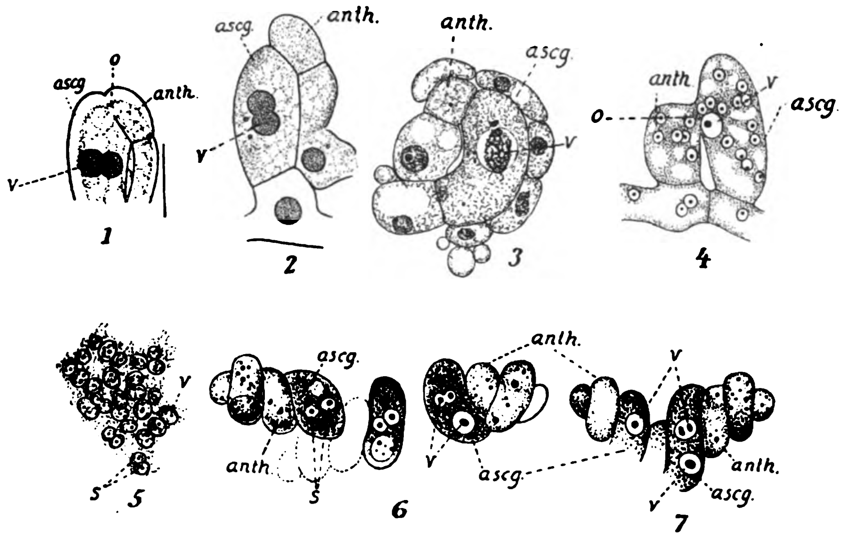



Fig. 3. 3, *1, 2*. *Sphaerotheca Castagnei* nach HARPER (49). 3, *1*. Öffnung zwischen Antheridium und Ascogon. Sexualkerne nebeneinander. 3, *2*. Wand zwischen Antheridium und Ascogon wieder gebildet. Sexualkerne in Verschmelzung. 3, *3*. *Phyllactinia corylea* nach HARPER (54). Kernverschmelzung vollendet. 3, *4*. *Dipodascus albidus* nach JUEL (58). Zwei Sexualkerne sind zu einem verschmolzen. 3, *5*. *Pyronema confluens* nach HARPER 53). Kernverschmelzung. 3, *6, 7*. *Boudiera* nach CLAUSSEN (11). Kernverschmelzungen in verschiedenen Stadien.
*anth.* Antheridium. *ascg.* Ascogon. *o* Öffnung zwischen Antheridium und Ascogon. *s* Sexualkerne. *v* durch Verschmelzung gebildete Kerne.

dium are of about[1]) the same size as those of the oogonium." (53, S. 345). Die Struktur beider Kernarten — DANGEARD bestreitet das — ist im wesentlichen dieselbe, und beide sind sie Sexualkerne, wie oben schon nachgewiesen ist.

Ein letzter Einwand DANGEARD's bezieht sich auf das von HARPER angegebene Häufungsstadium der männlichen und weiblichen

1) Von mir gesperrt. Ref.

Kerne im Ascogon. Dieses Stadium existiert nach meinen Beobachtungen. Seine Bedeutung liegt darin, dass während seiner Dauer die Kernverschmelzungen stattfinden. HARPER hatte also keinen Grund, auf die nun folgenden Vorgänge — die Kerne sind entweder einigermassen gleichmässig verteilt oder sie liegen peripher — besonderen Wert zu legen, da ihnen eine besondere Bedeutung kaum zukommt.

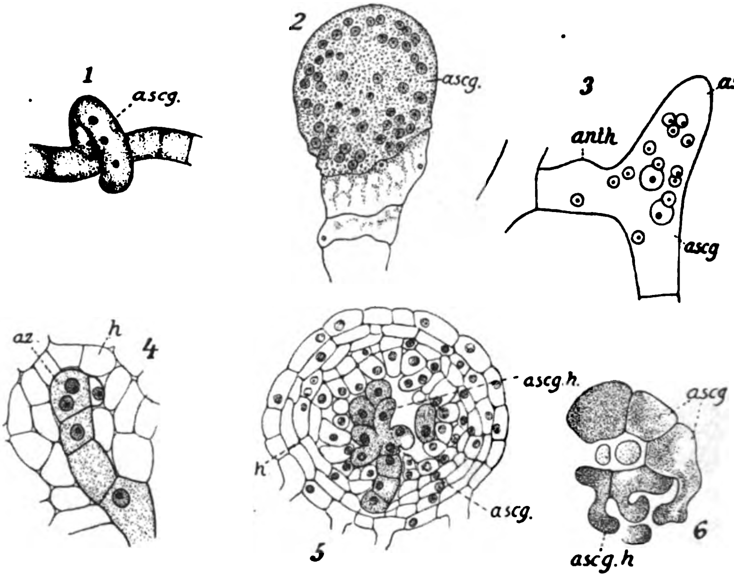



Fig. 4. 4, *1. Thelebolus stercoreus* nach RAMLOW (93a). Ascogon mit 4 Kernen. 4, *2. Humaria granulata* nach BLACKMAN und FRASER (6). Schnitt durch ein junges Ascogon mit Kernen. 4, *3. Dipodascus albidus* nach JUEL (58). Junger Ascus mit 2 vom Fusionskern abstammenden Kernen. 4, *4. Sphaerotheca Castagnei* nach HARPER (49). Geteiltes Ascogon. Ascusmutterzelle. 4, *5. Erysibe* nach HARPER (50). Auswachsen von ascogenen Hyphen aus einer Zelle des zerlegten Ascogons. 4, *6. Gymnoascus Reessii* nach DALE (12). Mehrere Zellen des zerlegten Ascogons bilden ascogene Hyphen.
*ascg.* Ascogon. *anth.* Antheridium. *ascg. h.* ascogene Hyphen. *h* Hülle. *az* Ascusmutterzelle.

Fasst man das Vorgetragene kurz zusammen, so **steht fest, dass es eine Anzahl von Ascomyceten gibt, bei denen die Fruchtkörperbildung durch einen Sexualakt eingeleitet wird.**

Mit ziemlicher Sicherheit dürfen wir zu den sexuellen Ascomyceten auch diejenigen Formen rechnen, welche durch den Besitz von Spermatien und Carpogonen mit Trichogynen ausgezeichnet sind.

Leider ist es bisher niemals gelungen, selbst einem so ausgezeichneten Forscher wie THAXTER (99) nicht, die Verschmelzung des Carpogon- und Spermatienkernes nachzuweisen. Ausser den Flechtenpilzen, die ich hier übergehe, und den Laboulbeniaceae ist in neuerer Zeit nur *Poronia* (28) untersucht.

Im Zusammenhange möge hier das Wenige angeführt werden, was wir bisher über die Vorgänge bei der Kernverschmelzung wissen. Genauere Angaben liegen vor über *Phyllactinia* (54) (Fig. 1, *2, 3*. 3, *3*), *Sphaerotheca* (49, 50) (Fig. 3, *1*, *2*), *Erysibe* (50), *Dipodascus* (58) (Fig. 1, *7, 8*. 3, *4*), *Pyronema* (53) (Fig. 3, *5*) und *Boudiera* (11) (Fig. 3, *6*, *7*).

Die Ascomycetenkerne besitzen eine deutliche, aber ziemlich schwache Membran (Fig. 1. 3. 6. 7) — bei unvorsichtiger Fixierung reisst die Membran sehr leicht (IKENO 55, 56; DANGEARD 15) —, einen etwa linsenförmigen Zentralkörper (Fig. 3, *3*. 6, *4—7*. 7) — bei allen grösseren Kernen der Ascomyceten, z. B. den Ascuskernen, ohne besondere Schwierigkeit nachweisbar und höchst wahrscheinlich bei allen vorhanden —, mit dem das Chromatin in Form von Strängen oder in Netzform verbunden ist (54) (Fig. 3, *3 v*. 6, *4—7*. 7, *1—2*). Nucleolen finden sich fast regelmässig in Ein-, sehr selten in Mehrzahl (Fig. 3, *4—6*). Die Sexualkerne unterscheiden sich von den übrigen meist durch ihre bedeutendere Grösse (Fig. 1, *2,3*. 2, *5*). Der Antheridienkern pflegt zuerst kleiner zu sein als der Ascogonkern (Fig. 1, *1,2*). Kurz vor der Verschmelzung gleichen sich die Grössendifferenzen aus (Fig. 1, *3*. 3, *1*,2). Die Verschmelzung beginnt mit der Auflösung der Kernmembran an der Stelle des Kontaktes (Fig. 3, *6v* oben, *7*, *2*). Aus den zwei Kernhöhlen wird eine. Die beiden Nucleolen verschmelzen zu einem (Fig. 3, *7v* unten) und die Zentralkörper legen sich zum mindesten aneinander, vielleicht verschmelzen sie auch. Eine genaue Feststellung war bisher nicht möglich. Höchst wahrscheinlich werden bei der Zusammenlagerung der Zentralkörper auch die Chromosomen, die mit ihnen verbunden sind, in gesetzmässiger Weise einander genähert oder gar mit einander vereinigt. Ich will hier darauf hinweisen, dass diese Vorgänge sich in das BOVERI'sche Schema für die Kernverschmelzung beim Sexualakt der Tiere nicht wohl einfügen lassen. Sie scheinen, wie mir genauere Untersuchungen bei *Saprolegnia* gezeigt haben, weiter verbreitet zu sein. Auch bei *Saprolegnia* besitzen beide Geschlechtskerne bei der Vereinigung ihren Zentralkörper.

Die Kernverschmelzung ist am genauesten von HARPER (49, 50, 54) bei den Erysibaceae studiert; die Angaben über die anderen oben erwähnten Formen sind weit weniger eingehend. Ich zweifle jedoch nicht an der Allgemeingültigkeit der Ergebnisse HARPER's für alle Sexualkerne der Ascomyceten.

Von Organen, wie wir sie oben kennen gelernt haben, geht bei allen Ascomyceten die Entwickelung der Asci aus. Nur sind sie nicht mehr überall als Sexualorgane tätig. Offenbar ist bei diesen Formen die Sexualität verloren gegangen, sie sind apogam geworden. Zu ihnen gehört der neuerdings von RAMLOW (93a) untersuchte *Thelebolus stercoreus*. Bei *Thelebolus* (Fig. 4, *1*) konnte RAMLOW trotz eifrigen Suchens ein Antheridium nicht mehr nachweisen. Das ascuserzeugende Organ, das Ascogon, erweist sich als schraubig gewunden und ist anfangs einzellig und einkernig. Erst nach der Berindung mit Hyphen und mehrmaliger Kernteilung entstehen Querwände. Eine der gebildeten Zellen ist zwei-, die anderen sind einkernig.

Mit *Thelebolus* stimmen höchst wahrscheinlich die von BARKER (2), DANGEARD (24) und TERNETZ (98) untersuchten Gattungen *Rhyparobius*, *Ascophanus*, *Saccobolus* und *Ascobolus* ziemlich nahe überein. Nur wird nicht eine Zelle des Ascogons direkt zum Ascus, sondern aus ihr sprossen ascogene Hyphen hervor. Die Formen verhalten sich also zu *Thelebolus* ähnlich, wie *Erysibe* und *Phyllactinia* zu *Sphaerotheca*. Genaueres kann ich nicht angeben. Die Arbeit von BARKER war mir nicht zugänglich, und aus den übrigen Mitteilungen lässt sich eine klare Vorstellung nicht gewinnen.

Dass die Auffassung der zuletzt erwähnten Gattungen als apogamer wirklich gerechtfertigt ist, wird durch neuere Untersuchungen von BLACKMAN und FRASER (7) über *Humaria* (Fig. 4, *2*) weiter gestützt. Bei der untersuchten Species fehlt das Antheridium. Für die bei den normal sexuellen Formen nachgewiesene Verschmelzung von Antheridium- und Ascogonkernen tritt hier die paarweise Verschmelzung der Ascogonkerne unter sich ein. BLACKMAN und FRASER sprechen von einem reduzierten Sexualprozess. Die Bezeichnung tut nichts zur Sache. Jedenfalls ist soviel klar, dass die Kerne sich wie Sexualkerne verhalten. Es liegen also hier Verhältnisse vor, die den von BLACKMAN bei den Uredineen entdeckten ähnlich sind.

Ganz unklar ist die Beschaffenheit der Ascogone bei den Helvellineae (30) (*Mitrula*, *Leotia*, *Morchella* (33, 87, 94), *Gyromitra*, *Helvella*), *Peziza* (88), *Bulgaria* (5), *Tuber* (10, 13, 34, 80), *Amylocarpus* (68, 69), *Anixiopsis* (46), *Eidamella* (83), verschiedenen Pyrenomycetes (90). Eine Anzahl von ihnen wird apogam sein.

Ob man bei *Exoascus* (29), *Taphrina* (55, 56), *Taphridium* (59) und ähnlichen Formen (18) noch einmal Ascogone auffinden wird, ist bisher nicht zu sagen. Wenn auch Anzeichen darauf hindeuten, dass hier die Reduktion noch weiter fortgeschritten ist als bei *Humaria*: bis zum völligen Verschwinden der Sexualorgane, so ist nach den neueren Entdeckungen bei den Uredineen doch Vorsicht am Platze.

Die Bildung der ascuserzeugenden, der sogenannten ascogenen Hyphen geht stets — darin sind alle Beobachter einig — von bestimmt gestalteten Organen aus, die wir eben als weibliche Sexualorgane oder deren Homologe kennen gelernt haben. Die Einzelheiten sind sehr verschieden.

Von ascogenen Hyphen kann man kaum sprechen bei *Dipodascus* (Fig. 4, *3*), *Eremascus* und *Sphaerotheca* (Fig. 4, *4*). Bei der zuletzt erwähnten Gattung streckt sich das Ascogon (49, 50), wird zuerst in zwei, darauf in mehrere (3—5) einkernige und eine zweikernige Zelle zerlegt. Sie ist die vorletzte der ganzen Reihe (Fig. 4, *4 az*). Bei *Erysibe* (50) und *Phyllactinia* (54) findet die gleiche Zerlegung statt, nur wird nicht, wie bei *Sphaerotheca*, eine Zelle direkt zum

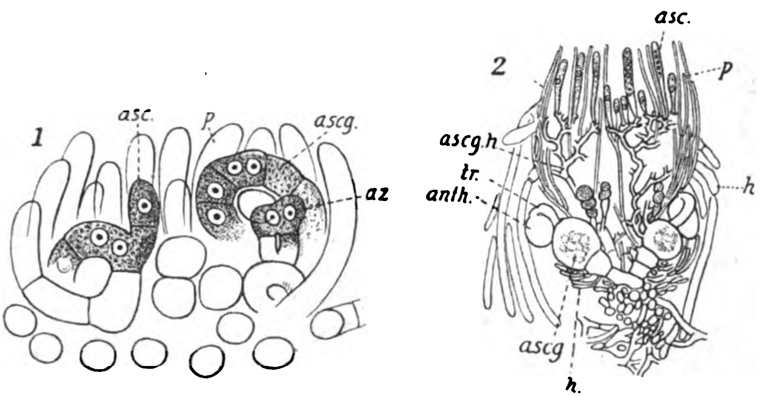



Fig. 5. 5, *1*. *Boudiera* nach CLAUSSEN (11). Bildung der ascogenen Hyphen. 5, *2*. *Pyronema confluens* nach HARPER (53). Auswachsen der ascogenen Hyphen und Bildung des Hymeniums.
*anth.* Antheridium. *ascg.* Ascogonium. *tr* Trichogyne. *ascg. h.* ascogene Hyphen. *asc* Ascus. *p* Paraphysen. *h* Hülle.

Ascus, sondern aus ihr sprossen ascogene Hyphen hervor (Fig. 4, *5* ascg. h.), und diese erst liefern die Sporenschläuche. Wachsen mehrere von den Zellen, in die das Ascogon zerlegt wird, zu ascogenen Hyphen aus, so bekommen wir Verhältnisse, wie sie bei *Gymnoascus* (12) (Fig. 4, *6* ascg. h.), *Penicillium* und Verwandten vorliegen. Wie oft sich die ascogenen Hyphen verästeln, ist bisher nicht völlig klar. Die einzelnen Arten dürften sich in dieser Beziehung verschieden verhalten. Relativ einfach sind jedenfalls, soweit aus der Arbeit von MISS DALE Schlüsse zu ziehen sind, die ascogenen Hyphen von *Gymnoascus*.

Bei *Boudiera* (11) wachsen die Ascogone nach vorhergehender Teilung in mehr gesetzmässiger Weise aus (Fig. 5, *1*); die Enden der ascogenen Hyphen haben schliesslich fast alle annähernd dieselbe Richtung. Es entsteht ein Hymenium. Bei *Gymnoascus* und Verwandten dagegen verlaufen sie völlig unregelmässig.

Bei *Pyronema* (53) findet eine Zerlegung des Ascogons vor dem Auswachsen der ascogenen Hyphen überhaupt nicht statt. Die Hyphen werden durch Querwände zerlegt und verzweigen sich reichlich (Fig. 5, *2* ascg. h.). Die Seitenäste bilden später die wieder in einer Ebene palissadenartig angeordneten Sporenschläuche (Fig. 5, *2*, ascg.). Ähnlich wie die oben erwähnten verhalten sich andere Formen.

*Monascus* ist in die vorhergehende Übersicht nicht aufgenommen und zwar deshalb nicht, weil Zweifel darüber bestehen, ob er ascogene Hyphen besitzt (Barker 1) oder nicht (Ikeno 57, Kuyper 64, 65).

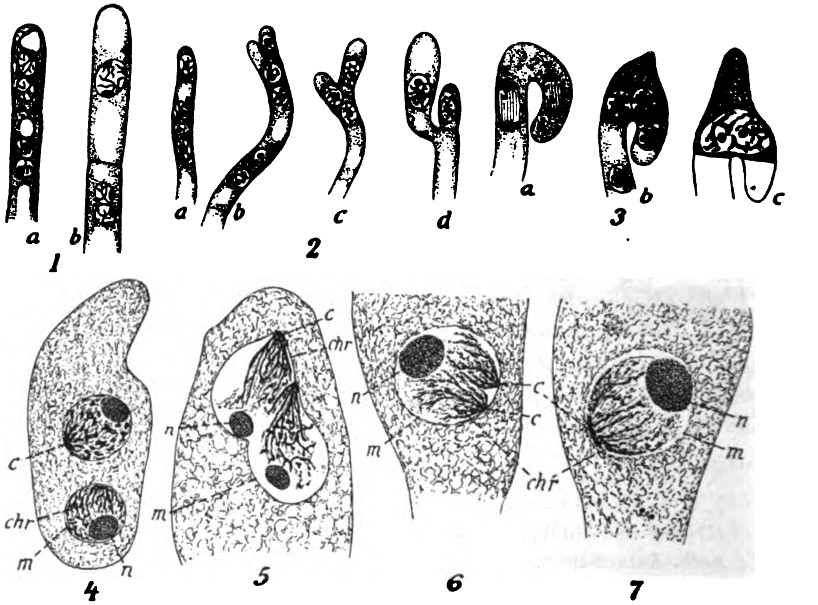



Fig. 6. 6, *1*. *Acetabula leucomelas* nach Guilliermond (45). Bildung der Ascusmutterzellen. 6, *2*. *Peziza Catinus* nach Guilliermond (45). Bildung der Ascusmutterzellen. 6, *3*. *Peziza rutilans* nach Guilliermond (43). Bildung der Ascusmutterzellen. 6, *4—7*. *Phyllactinia corylea* nach Harper (54). Verschiedene Stadien der Kernverschmelzung in der Ascusmutterzelle. *m* Kernmembran, *n* Nucleolus, *chr* Chromatin, *c* Zentralkörper.

Die Entstehung der Asci an den ascogenen Hyphen oder, wenn ascogene Hyphen nicht gebildet werden, am Ascogon, hat man sich zuerst sehr einfach vorgestellt. Man glaubte, ihre einkernigen Endzellen gingen unter Anschwellung direkt in die Asci über. Bereits de Bary[1]) weist indessen darauf hin, dass bei *Tuber* und *Elaphomyces* ein junger Ascus auf einer Einknickung der sie tragenden

1) de Bary, A. Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze usw. Leipzig 1884, S. 212.

Hyphe sitze, derart, dass er gleichsam von zwei Stielen getragen werde, wie etwa der von *Eremascus*. Schon TULASNE stelle solche Bilder dar und neuerdings habe ihn ERRERA auf die Erscheinung aufmerksam gemacht.

DANGEARD[1]) hat dann später die weitere Verbreitung der Erscheinung und gleichzeitig die Zweikernigkeit der an der Knickungsstelle liegenden Zelle nachgewiesen, ferner gezeigt, dass die beiden Kerne zu einem, dem primären Ascuskern verschmelzen (13—17, 20—22, 24-26). Seine Angaben sind von HARPER (47—50, 53, 54) GUILLIERMOND (38, 39, 43, 45) und andern (7, 11, 30, 31, 77) bestätigt und erweitert, so dass wir heute drei Typen der Ascusanlage genauer kennen:

1. der Ascus geht aus der Endzelle der ascogenen Hyphe hervor. Sie zeichnet sich, wie die ihr benachbarten, durch den Besitz von 2 Kernen aus. Die Kerne der Endzelle, über deren Verwandtschaft nichts Sicheres feststeht, sind anfangs getrennt, verschmelzen später zum Ascuskern (Fig. 6, *1a*, *b*). *Acetabula leucomelas*, *Galactinia succosa*, *Phyllactinia corylea* (45, 77, 54).

2. der Ascus geht aus der vorletzten Zelle hervor, die zweikernig ist, während die Endzelle nur einen Kern enthält.
   a) die vorletzte Zelle ist gerade; sie bildet einen Seitenast, in den die beiden Kerne einwandern und in dem sie später verschmelzen. Der Grad der Verwandtschaft der verschmelzenden Kerne ist nicht bekannt. (Fig. 6, *2a—d*), *Peziza Catinus* (45).
   b) die vorletzte Zelle ist gekrümmt. Ihre beiden Kerne, die von zwei ihrer Verwandtschaft nach nicht näher bekannten, durch simultane Teilung sich herleiten, die also selbst nicht Schwesterkerne sind, verschmelzen zum primären Ascuskern. Fig. 6, *3a—c*. *Pyronema confluens* usw.

Zwischen den beiden zuletzt erwähnten Typen besteht kaum ein Unterschied. Sie scheinen durch Übergänge mit einander verbunden zu sein (MAIRE, cfr. GUILLIERMOND 45 S. 347). Überhaupt sind Abweichungen von der Regel nach FAULL (31) nicht selten und nach demselben Autor ist die Entdeckung weiterer Typen der Ascusanlage zu erwarten.

Alle drei oben beschriebenen stimmen darin überein, dass der primäre Ascuskern stets durch Verschmelzung zweier Kerne sich bildet. Es entsteht die schwierige Frage: Wie haben wir diese Kernverschmelzung zu deuten? DANGEARD deutet sie als einen Sexualakt. Diese Deutung scheint mir nicht unbedingt nötig zu sein, denn wenn auch jeder Sexualakt mit einer Kernverschmelzung

---

1) Le Botaniste. Sér. 4. 21—58.

verbunden ist, so braucht nicht umgekehrt jede Kernverschmelzung ein Sexualakt zu sein. Ich erinnere nur an die Verschmelzung der Polkerne zum sekundären Embryosackkern bei den Phanerogamen, die doch bisher niemand als Sexualakt gedeutet hat. Und nicht bloss unnötig ist DANGEARD's Auffassung, sondern es spricht sogar Verschiedenes gegen sie. Die Ascomyceten werden phylogenetisch entweder von den Phycomyceten oder von den Florideen hergeleitet. Ob man das eine oder das andere annimmt, ist für die folgenden Betrachtungen gleichgültig. Bei beiden Gruppen kommt im Entwickelungsgange nur ein Sexualakt vor und zwar genau an der Stelle, an der wir ihn auch bei *Sphaerotheca*, *Pyronema* usw. fanden. Für die Annahme zweier aufeinander folgenden Sexualakte in einem Entwickelungskreislauf liegt aber bis jetzt überhaupt kein Analogon vor.

Die Bedeutung der zweifellos festgestellten Kernverschmelzung im jungen Ascus wird also auf anderem Gebiete zu suchen sein. HARPER (54) glaubt, dass sie in Beziehung zur relativ beträchtlichen Grösse des Ascus im Vergleich zur Grösse der übrigen Zellen steht. Die Untersuchungen von GERASSIMOFF, R. HERTWIG und BOVERI (zitiert bei HARPER 54) haben gelehrt, dass ganz allgemein ein bestimmtes Grössenverhältnis zwischen der Kernmasse und der Zellmasse besteht, insofern als grosse Zellen entweder grosse oder zahlreiche, kleine Zellen dagegen kleine oder wenige Kerne enthalten. Wird das Gleichgewicht zwischen Kern- und Zellmasse gestört, so besitzen die Organismen Mittel, es wiederherzustellen (Kern-Plasmarelation).[1])

Der junge Ascus entwickelt sich zu einer grossen, reich mit Nährstoffen versehenen Zelle. Damit im Zusammenhange steht seine Zweikernigkeit und das Heranwachsen des durch Verschmelzung gebildeten einen Kernes im Ascus. Näher auf diese Frage einzugehen, verbietet der Raum; ich verweise auf HARPER (54 und die dort zitierte Literatur). HARPER führt eine Reihe von Tatsachen an, die für seine Meinung sprechen.

Die Verschmelzung der beiden Kerne in der jungen Ascusanlage (Fig. 6, *4*) ist von HARPER (54) genauer studiert. Ich will kurz seine Ergebnisse mitteilen. Zur Zeit der Verschmelzung ist an den Kernen sehr leicht die Membran (*m*), der Nucleolus (*n*) und der Zentralkörper (*c*), an dem die Chromosomen (*chr*) (bei *Phyllactinia* 8) befestigt sind, nachzuweisen. Die Chromosomen bestehen aus zwei einander naheliegenden Fäden. Die Kerne haben keine gesetzmässige Lage zueinander, sondern sie können an beliebigen Stellen miteinander verschmelzen, Fig. 6, *5*. Die Membran wird ein Stück

1) HERTWIG, O., Allgemeine Biologie.

weit aufgelöst; die Kernhöhlen fliessen zusammen. Die Kerninhaltsbestandteile bleiben anfangs getrennt, später legen sich die Nucleolen (Fig. 6, *6*), die Zentralkörper und dann die Chromosomen aneinander (Fig. 6, 7). Wie weit die Verschmelzung in jedem Fall geht, ist schwer zu entscheiden. Die Nucleolen verschmelzen sicher.

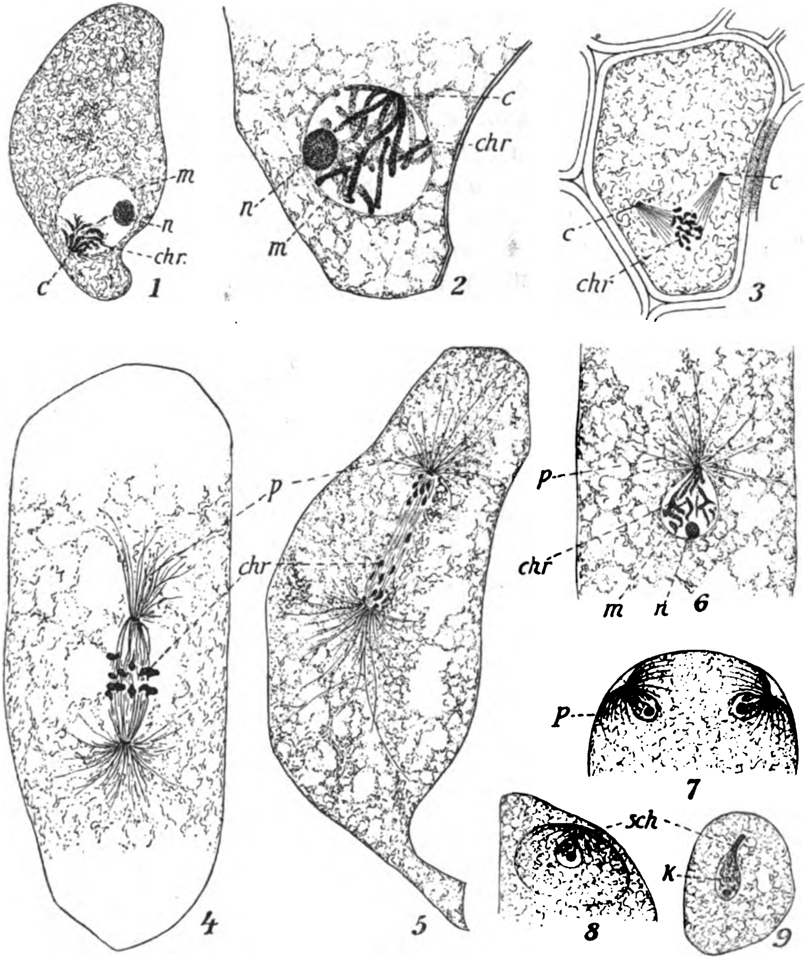



Fig. 7. *Phyllactinia corylea* nach HARPER (54). Kernteilung und Sporenbildung im Ascus.
*m* Kernmembran. *n* Nucleolus. *chr* Chromosomen. *c* Zentralkörper. *p* Polstrahlung. *sch* Schnabel. *k* Kern.

Die weitere Entwickelung des Ascus und die Ascosporenbildung verläuft bei allen genauer untersuchten Formen (BERLESE 4; CLAUSSEN 11; FAULL 31, 32; GUILLIERMOND 40, 42, 43, 44, 45; HARPER 47, 48, 50, 51, NICHOLS 89) wesentlich in gleicher Weise.

Nur die Angaben von DANGEARD (22), KUYPER (64, 65) und die früheren von MAIRE (71—76) lauten anders. Meine eigenen Untersuchungen haben mir gezeigt, dass die Ergebnisse von HARPER, GUILLIERMOND u. a. mehr Vertrauen verdienen.

Nach Beendigung der Kernverschmelzung entsteht ein Spiremstadium (Fig. 6, 7). Das Chromatin erscheint gleichmässig über den Kern verteilt, bleibt aber stets mit dem Zentralkörper verbunden. Nach einiger Zeit wird es auf den Zentralkörper zusammengezogen; wir erhalten Bilder, die denen des Synapsisstadiums der höheren Pflanzen durchaus gleichen, und es ist wahrscheinlich, dass wir es hier mit einer wirklichen Synapsis zu tun haben (Fig. 7, *1*). Nach der Synapsis entsteht wieder ein Spiremstadium, während dessen Dauer bei *Phyllactinia* (54) die 8 Chromosomen sichtbar bleiben (Fig. 7, *2*). Bei anderen Arten liegen bisher so genaue Untersuchungen nicht vor. Die Verbindung der Chromosomen mit dem Zentralkörper bleibt deutlich. Vor der Kernteilung kontrahieren sie sich; die Zentralkörpermasse wird in zwei zerlegt, die sich beide als mit den Chromosomen (durch die Spindelfasern) verbunden erweisen. Die Zentralkörper rücken auseinander (Fig. 7, *3*), bis sie einander diametral gegenüberliegen. Ist so die bipolare Spindel fertig gestellt und haben sich die Polstrahlungen ausgebildet, dann pflegt bei einigen Arten die Kernmembran aufgelöst zu werden, sie kann aber auch nicht selten länger erhalten bleiben. Die nun folgende Kernteilung (Fig. 7, *4*) halten HARPER (54), GUILLIERMOND (45) und MAIRE (76, 77) übereinstimmend für eine heterotypische, wenn der Beweis sich auch bis jetzt nicht hat mit aller Sicherheit führen lassen. Die Zahl der Chromosomen wechselt je nach der Spezies, bei *Phyllactinia* sind 8 (Fig. 7, *5*), bei anderen Arten 10, 12, 16 usw. vorhanden. Die Angabe DANGEARD's (22) und die frühere MAIRE's, die Zahl der Chromosomen sei bei der Mehrzahl der Ascomyceten gleich 4, beruht auf einem Irrtum, höchstwahrscheinlich veranlasst durch schlechte Fixierung, bei der mehrere Chromosomen zu einem Klumpen zusammenfliessen können. Offenbar hat MAIRE, wie aus seinen früheren Arbeiten hervorgeht, dann und wann eine grössere Zahl von Chromosomen beobachtet. Er bezeichnet sie aber nicht als Chromosomen, sondern als Protochromosomen und gibt von ihnen an, sie bildeten durch Verschmelzung die 4 Chromosomen. HARPER und GUILLIERMOND stellen das Vorhandensein der Protochromosomen in Abrede, HARPER sehr entschieden, während GUILLIERMOND (45) für *Galactinia succosa* — aber auch nur für diese Spezies — wenigstens die Möglichkeit ihrer Existenz zugibt. Doch scheinen mir seine Untersuchungen für *Galactinia* nicht vollständig genug zu sein. Neuerdings hat sich MAIRE der Ansicht von HARPER und GUILLIERMOND genähert (77).

Nach Ankunft der Chromosomen (*chr*) an den Spindelpolen verschwindet die Zentralspindel, während die Polstrahlen sich an der Bildung der Membran für die Tochterkerne beteiligen.

Nach Neubildung eines Nucleolus entsteht in jedem Kern ein Spirem (Fig. 7, *6*), und er tritt bald — ohne dass eine Synapsis vorhergeht — in (homotypische [GUILLIERMOND 45]) Teilung ein. Die Einzelheiten bei der zweiten Teilung sind im übrigen dieselben wie bei der ersten. Die Zahl der Chromosomen bleibt für jede Spezies die gleiche. Die dritte Teilung stimmt genau mit der zweiten überein. Nach ihrem Ablauf fällt den Polstrahlen die Aufgabe der Sporenausschneidung aus dem Protoplasma des Ascus zu (Fig. 7, *7*). Sie biegen sich, nachdem der Kern einen schnabelartigen, vom Zentralkörper gekrönten Fortsatz erhalten hat (*sch.* Fig. 7, *8*) rückwärts, um sich schliesslich an der dem Schnabel abgekehrten Seite des Kernes zu vereinigen. Die Ascosporenmembran ist anfangs sehr dünn und mit dem Kern (*K*) verbunden. Später wird sie dicker und vom Kern gelöst, indem der Schnabel von ihr abreisst (Fig. 7, *9*, *sch.*). Der Kern rundet sich ab, der Zentralkörper bleibt an ihm leicht nachweisbar. Aus der Entwickelungsgeschichte der Sporen ergibt sich, dass sie von Protoplasma (Periplasma) umschlossen sind.

Gewöhnlich nimmt der Kern in der kugeligen oder ellipsoidischen Ascopore eine zentrale Lage ein. Die Spore führt reichlich Plasma und gewöhnlich Fett, Glycogen und metachromatische Körper, über deren Entwickelung und Verbreitung bei den Ascomyceten Untersuchungen von GUILLIERMOND (36, 37, 42) vorliegen.

Die Entstehung der mehrkernigen Sporen ist bisher entwickelungsgeschichtlich von FAULL (32 S. 97) und MAIRE (77) studiert. Der Kern der ursprünglich einkernigen Ascospore teilt sich mitotisch. Auf die Mitose kann Wandbildung folgen, sie kann aber auch ausbleiben. GUILLIERMOND (42 S. 14) unterscheidet verschiedene Sporentypen, auf welche ich hier verweise.

Aus der Schilderung der Entwickelungsgeschichte der Ascosporen geht klar hervor, dass irgendwelche Beziehungen der Ascosporenbildung zur Sporenbildung in den Sporangien, mit der uns HARPER (52), SWINGLE (97) u. a. bekannt gemacht haben, nicht existieren. Bei den untersuchten Phycomyceten (*Sporodinia*, *Pilobolus*, *Rhizopus*, *Phycomyces*, *Saprolegnia* u. a.) wird das Plasma durch Furchen, die entweder von seiner Oberfläche oder von Vakuolen ausgehen, zerklüftet. Die Bildung eines Epiplasma ist dadurch ausgeschlossen. Aus den mehr oder minder regelmässigen, mehrkernigen Plasmaklumpen gehen z. B. bei *Sporodinia* direkt die Sporen hervor; bei *Pilobolus* werden sie weiter zerlegt und besitzen schliesslich nur mehr einen Kern, der beim Heranwachsen der Spore sich teilt. Auf die

weiteren Vorgänge braucht hier nicht eingegangen zu werden. Die Untersuchungen über die Hemiasci (*Ascoidea*, *Protomyces*) von Fräulein POPTA (93) sind meiner Meinung nach nicht ausreichend, die Kluft zwischen dem Ascus und dem Sporangium zu überbrücken. Weder die Kernteilungsvorgänge, noch die Sporenbildungsprozesse sind ausreichend studiert. JUEL's (58, 59) Untersuchungen haben auch keine Anknüpfungspunkte ergeben. Solange nicht wenigstens einige Übergänge zwischen den grundverschiedenen Teilungsarten im Sporangium und Ascus aufgefunden sind, kann von einer Anerkennung der morphologischen Gleichwertigkeit beider Gebilde nicht die Rede sein. Bisher liegen keinerlei Anzeichen dafür vor, dass sie existieren.

Die Phylogenie des Ascus wird so lange unsicher bleiben, bis wir über die Phylogenie der Ascomyceten hinreichend aufgeklärt sind. Ich will hier erwähnen, dass die Verschiedenheit der Sporenbildungsprocesse im Sporangium und Ascus meiner Meinung nach kein Argument gegen die Verwandtschaft der Phycomyceten und Ascomyceten bildet, da Sporangium und Ascus nicht homolog sind.

Die Asci liegen in den seltensten Fällen frei (z. B. *Dipodascus* (58), *Eremascus*), meist sind sie von mehr oder minder weit differenzierten Hüllen (h. Fig. 4, *5.* 5, *1,2*) umgeben, über deren Bau und Entwickelung im allgemeinen Übereinstimmung herrscht. Die Hüllhyphen gehen niemals aus den Sexualapparaten oder ihren Homologen, sondern immer aus vegetativen Hyphen, vielfach aus den Traghyphen der Sexualzellen hervor. Die Einzelheiten sind alle von DE BARY in seinem Handbuch bereits beschrieben, können hier also übergangen werden.

Ziehen wir das Gesamtergebnis aus dem Vorgetragenen, so finden wir, dass nur DE BARY's Auffassung den Tatsachen gerecht wird. Bei allen Ascomyceten, soweit sie bis jetzt studiert sind, entstehen am Mycel Sexualorgane oder deren Homologe. Aus den weiblichen Sexualorganen oder ihren Homologen entwickeln sich direkt oder an ascogenen Hyphen zweikernige Asci. Durch eine Kernverschmelzung entsteht ein einkerniger Ascus und bei den meisten Arten werden durch dreimalige Teilung 8 Sporenkerne gebildet.

BREFELD's Theorie (8, 9) ist unhaltbar, weil mit ihr die durch Beobachtung unwiderleglich festgestellten Sexualvorgänge unvereinbar sind. Der Ascus ist als ein aus einer weiblichen Sexualzelle oder ihrem Homologon sich herleitendes Gebilde erwiesen. Übergänge zwischen dem typischen Sporangium und dem typischen Ascus sind nicht bekannt.

Die DANGEARD'sche Auffassung führt zusammen mit den Beobachtungen von HARPER und anderen bei einer Reihe von Ascomyceten zur Annahme zweier Sexualakte in einem und demselben Entwicke-

lungskreislauf, für die kein zwingender Grund vorliegt, da bisher weder im Pflanzen-, noch im Tierreich „doppelte" Sexualität bekannt ist.

Die Schwierigkeit der zweimaligen Kernverschmelzung für die Theorie von der Constanz der Chromosomenzahl glaubt HARPER in folgender Weise heben zu können. Durch die erste Verschmelzung erhalten die Kerne die doppelte Chromosomenzahl. Sind also in den Sexualkernen 8 Chromosomen vorhanden, wie wahrscheinlich bei *Phyllactinia*, so beträgt die Zahl 16. 8 Chromosomen sind aber nur nachweisbar, jedes von ihnen wird also bivalent sein. Nach der zweiten Verschmelzung sollte man 32 Chromosomen erwarten, nachweisbar sind nur 8, jedes Chromosom wäre daher quadrivalent. Bei den höheren Pflanzen erweist sich die Chromosomenzahl nach den zwei Teilungen der Sporenmutterzellen wieder als normal. Bei den Ascomyceten müsste man eine Teilung mehr, also im ganzen drei erwarten, die ja auch, und zwar im Ascus, soweit bis jetzt bekannt ist, mindestens immer stattfinden, selbst bei solchen Formen, bei denen weniger als 8 Sporen zur Reife kommen (Erysibaceae, *Tuber* u. a.).

Für den, der aus einem Wechsel in der Zahl der Chromosomen auf das Vorhandensein eines Generationswechsels zu schliessen geneigt ist, ergibt sich die Folgerung, dass bei den Ascomyceten zwei Generationen zu unterscheiden sind, ein Gametophyt mit normaler (Spore, Mycel, Sexualorgane) und ein Sporophyt (ascogene Hyphen, Asci) mit verdoppelter oder vervierfachter Chromosomenzahl. Der einkernige Ascus entspräche der Pollenmutterzelle.

Obwohl ich die Frage nach dem Zusammenhang der Zahl der Chromosomen mit dem Generationswechsel mit HARPER (54) keineswegs für spruchreif halte, wollte ich sie doch hier erwähnen.

Damit glaube ich die wesentlichsten Ergebnisse der Forschung über die Entwickelungsgeschichte der Ascomyceten unter Ausschluss der Flechtenascomyceten und Hefen seit 1895 vorgeführt zu haben. Vollständig kann freilich meine Arbeit wegen der Kürze des zur Verfügung stehenden Raumes nicht sein. Man sieht, ein Abschluss irgend welcher Art ist bisher nicht erreicht, alles befindet sich in Fluss. Die verschiedensten Forscher führen zum Teil erbitterte und wenig erfreuliche Kämpfe mit einander (9, 84 u. a.). Was uns in Zukunft vor allem not tut, sind möglichst lückenlose Untersuchungen über zahlreiche Formen. Allseitig brauchbare und einwandfreie Resultate kann nur die Verbindung der Methoden der Reinkultur mit den modernen Methoden der Mikrotom- und Färbetechnik liefern. Viele Pilze (mistbewohnende, Schimmelpilze u. a. 5, 28, 35, 46, 62, 63, 67, 79, 80—82, 85, 86, 94, 98, 101) sind diesen Methoden ohne weiteres zugänglich. Für andere gilt es neue zu er-

finden. Einzelne Gebiete sind schon erschlossen (60), hoffen wir, dass ihnen bald mehr folgen. Dann wird der Fortschritt in den nächsten zehn Jahren ohne Zweifel ein noch bedeutenderer werden, als er in den vergangenen zehn gewesen ist, über die ich berichtet habe.

---

## Literatur.


1. **1903.** BARKER, B. T. P. The morphology and development of the Ascocarp in *Monascus*. Annals of Botany 1903. **17,** 167–237. 2 Taf.
2. **1903.** BARKER, B. T. P. The development of the Ascocarp in *Rhyparobius*. Report of the meeting of the British Association of the Adv. of Sc. Southport. Sept. 1903. Proofsheet of Report distributed at the meeting of Sect. K. British Ass. of the Adv. of Science of Cambr. 1904.
3. **1898.** BECK, G. VON. Sexuelle Erscheinungen bei höheren Pilzen. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft zu Wien. **48,** 4–6.
4. **1900.** BERLESE, A. N. Studi citologici sui funghi. Rivista di Patol. vegetale. **7,** 143–152. 1 Taf.
5. **1901.** BIFFEN, R. H. On the biology of *Bulgaria polymorpha* Wett. Ann. of Bot. **15,** 119–134.
6. **1905.** BLACKMAN, V. H. and FRASER, H. C. J. Fertilisation in *Sphaerotheca*. Ann. of Bot. **19,** 567–569. Fig.
7. **1906.** BLACKMAN, V. H. and FRASER, H. C. J. On the sexuality and development of the ascocarp of *Humaria granulata* Quél. 3 Taf. Proceedings of the Royal Society. Ser. B. Vol. 77. Nr. B. 518, 354-368.
8. **1891.** BREFELD, O. Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mycologie. Heft IX und X. Münster 1891.
9. **1900.** BREFELD, O. Über die geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fruchtformen bei den kopulierenden Pilzen. Jahresber. der Schles. Ges. für vaterl. Kultur. (Sitzung vom 18. XII. 1900). **78,** II. Abt. Zool.-bot. Sekt. 71–84
10. **1897.** BUCHHOLTZ, F. Zur Entwickelungsgeschichte der *Tuberaceae*. Ber. der d. Bot. Ges. **15,** 211–226. 1 kol. Taf.
11. **1905.** CLAUSSEN, P. Zur Entwickelungsgeschichte der Ascomyceten. *Boudiera*. Botanische Zeitung. **63,** 1–27. 3 Taf.
12. **1903.** DALE, E. Observations on *Gymnoascaceae*. Annals of Botany. **17,** 571 596. 2 Taf.
13. **1895.** DANGEARD, P. A. La Truffe. Recherches sur son développement, sa structure, sa reproduction sexuelle. Le Botaniste. 1894—1895. 4 sér. 63–87. Fig.
14. **1896.** DANGEARD, P. A. La reproduction sexuelle dans le *Sphaerotheca Castagnei*. Le Botaniste. 5. sér. 27—31.
15. **1897.** DANGEARD, P. A. Second mémoire sur la reproduction sexuelle des Ascomycètes *(Sphaerotheca)*. Le Botaniste. 5. sér. 245–284. Textf.
16. **1900.** DANGEARD, P. A. La reproduction sexuelle des Champignons. Étude critique. Le Botaniste. 7. sér. 89–130.
17. **1901.** DANGEARD, P. A. La reproduction sexuelle des Champignons supérieurs comparée a celle de l'*Actinosphaerium*. Le Botaniste. 7. sér. Bull. Soc. Mycol. d. France. **17,** 100—104.

18. **1903.** DANGEARD, P. A. Sur le nouveau genre *Protascus*. Compt. rend. Acad. Sc. Paris. **136**, 627, Le Botaniste. 9. sér. 23—25.

19. **1903.** DANGEARD, P. A. La sexualité dans le genre *Monascus*. Compt. rend. Acad. Sc Paris. **136**, 1281—1283. Le Botaniste. 9. sér. 26—30.

20. **1903.** DANGEARD, P. A. Sur le *Pyronema confluens*. Compt. rend. Acad. Sc Paris. **136**, 1335—1337. Le Botaniste, 9. sér. 30—32.

21. **1903.** DANGEARD, P. A. Sur le genre *Ascodesmis*. Compt. rend. Acad. Sc. Paris. **137**. Le Botaniste, 9. sér. 33—35.

22. **1903.** DANGEARD, P. A. Nouvelles considérations sur la reproduction sexuelle des Champignons supérieurs. Le Botaniste, 9. sér. 35—46.

23. **1903.** DANGEARD, P. A. A propos d'une lettre du Professeur HARPER relative aux fusions nucléaires du *Pyronema confluens*. Le Botaniste, 9. sér. 46—57.

24. **1904.** DANGEARD, P. A. Sur le développement du périthèce des Ascobolées. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris. **138**, 223—225.

25. **1904.** DANGEARD, P. A. Sur le développement du périthèce chez les Ascomycètes. Compt. rend. Acad. Sc. Paris. **138**, 642—643. Ausführlich: Le Botaniste, 9. sér. 59—303.

26. **1904.** DANGEARD, P. A. Observations sur les Gymnoascées et les Aspergillacées. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences de Paris. **138**, 1235—1237.

27. **1904.** DAVIS, B. M. The relationships of sexual organs in plants. Botanical Gazette, **38**, 241—264.

28. **1900.** DAWSON, M. On the biology of *Poronia punctata*. Ann. of Bot. **14**, 245—262. 2 Taf.

29. **1897.** DERSCHAU, VON. Über *Exoascus deformans*. Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Parasiten. Landwirtschaftliche Jahrbücher **26**, 897—901.

30. **1898.** DITTRICH, G. Zur Entwickelungsgeschichte der Helveilineen. COHN's Beiträge zur Biologie der Pfl. **8**, 17—52. 2 Taf.

31. **1905.** FAULL, J. H. Development of ascus and spore-formation in Ascomycetes. Proc. of the Boston Soc. of Nat. Hist. Boston. **32**, 77—113. 5 Taf.

32. **1906.** FAULL, J. H. A preliminary note on ascus and spore-formation in the *Laboulbeniaceae*. Science N. S. **23**, 152.

33. **1905.** FRON, G. Sur les conditions de développement du mycélium de la morille. Compt. rend. Ac. Sc. Paris. **140**, 1187—1189.

34. **1898.** GRAMONT DE LESPARRE, A. DE. Sur la germination et la fécondation hivernale de la Truffe. Comptes rend. **126**, 281—285, 440, 599.

35. **1903.** GRIJNS, G. Die Ascusform des *Aspergillus fumigatus*. Centralbl. für Bacteriol., II. Abt. **9**, 330—332. 6 Fig.

36. **1903.** GUILLIERMOND, A. Contribution à l'étude de l'épiplasme des Ascomycètes. Compt. rend. Acad. Sc. Paris. **136**, 253—255.

37. **1903.** GUILLIERMOND, A. Nouvelles recherches sur l'épiplasme des Ascomycètes. Comptes rendus Acad. Sc. Paris. **136**, 1487—1489.

38. **1903.** GUILLIERMOND, A. Contribution à l'étude cytologique des Ascomycètes. Comptes rend. Acad. Sc. Paris. **137**, 938—939 (1088).

39. **1903.** GUILLIERMOND, A. Contribution à l'étude de l'épiplasme des Ascomycètes et recherches sur les corpuscules métachromatiques des Champignons. Annales Mycologici. **1**, 201—215. 2 Taf.

40. **1904.** GUILLIERMOND, A. Sur la karyokinèse de *Peziza rutilans*. Compt. rend. de la Société de Biologie. **56**, 412—414.

41. **1904.** GUILLIERMOND, A. Remarques sur la cytologie de quelques Ascomycètes. Comptes rendus de la Société de Biologie. **56**.

42. **1904**. GUILLIERMOND, A. Contribution à l'étude de la formation des asques et de l'épiplasme des Ascomycètes Revue générale de Botanique. **16**, 50—68 2 Doppeltaf.

43. **1904**. GUILLIERMOND, A. Recherches sur la karyokinèse chez les Ascomycètes. Revue générale de Botanique. **16**, 129—143. 2 Taf.

44. **1905**. GUILLIERMOND, A. Sur le nombre des chromosomes chez les Ascomycètes. C. R. Soc. Biol. Paris. **58**, 273—275.

45. **1905**. GUILLIERMOND, A. Remarques sur la karyokinèse des Ascomycètes. Ann. Mycolog. **3**, 343—361. 3 Taf.

46. **1898**. HANSEN, E. Chr. Biologische Untersuchungen über mistbewohnende Pilze. Botanische Zeitung. **55**, 111—132. 1 Taf.

47. **1895**. HARPER, R. A. Über Kernteilung und Sporenbildung im Ascus der Pilze. Bot. Centralblatt. **64**, 206.

48. **1895**. HARPER, R. A. Beiträge zur Kenntnis der Kernteilung und Sporenbildung im Ascus. Berichte der deutschen bot. Gesellschaft. **13**, 67—78.

49. **1895**. HARPER, R. A. Die Entwickelung des Peritheciums bei *Sphaerotheca Castagnei*. Ber. der d. bot. Ges. **13**, 475. 1 Taf.

50. **1896**. HARPER, R. A. Über das Verhalten der Kerne bei der Fruchtentwicklung einiger Ascomyceten. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. **29**, 656—686.

51. **1897**. HARPER, R. A. Kernteilung und freie Zellbildung im Ascus. Jahrb. für wissensch. Bot. **30**, 249—284. 2 Taf.

52. **1899**. HARPER, R. A. Cell-Division in Sporangia and Asci. Ann. of Botany. **13**, 467—525. 3 Taf.

53. **1900**. HARPER, R. A. Sexual reproduction in *Pyronema confluens* and the morphology of the ascocarp. Ann. of Bot. **14**, 321—400. 3 Taf.

54. **1905**. HARPER, R. A. Sexual reproduction and the organisation of the nucleus in certain Mildews. 104 S. Washington D. C. Published by the Carnegie Institution of Washington. Sept.

55. **1901**. IKENO, S. Studien über die Sporenbildung bei *Taphrina Johansonii* Sad. Flora. **88**, 229—237.

56. **1903**. IKENO, S. Die Sporenbildung von *Taphrina*-Arten. Flora. **92**, 1—31. 3 Taf.

57. **1903**. IKENO, S. Über die Sporenbildung und systemat. Stellung von *Monascus purpureus*. Ber. der d. bot. Ges. **21**, 259—269. 1 Taf.

58. **1902**. JUEL, H. O. Über Zellinhalt, Befruchtung und Sporenbildung bei *Dipodascus*. Flora. **91**, 47—55. 2 Taf.

59. **1902**. JUEL, H. O. *Taphridium*, eine neue Gattung der Protomycetaceen. Bihang till k. svenska vet.-akad. handlingar. **27**.

60. **1905**. KLEBAHN, H. Untersuchungen über einige Fungi imperfecti und die zugehörigen Ascomycetenformen. I. und II. 75 Textfig. Jahrb. für wissensch. Botanik. **41**, 485—560.

61. **1896**. KLEBS, G. Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena (G. Fischer) 543 S. 3 Taf. 15 Textf.

62. **1905**. KLÖCKER, A. *Gymnoascus flavus*. Bot. Tidsskr. **25**, 49—52. Hedwigia **41**, 80—83. 1 Taf.

63. **1903**. KLÖCKER, A. Sur la classification du genre *Penicillium*, et description d'une espèce nouvelle formant des asques. Comptes rend. des travaux du Laboratoire de Carlsberg. Copenhague. **6**, 92—102.

64. **1904**. KUYPER, H. P. De peritheciumontwikkeling van *Monascus purpureus* Went en *Monascus Barkeri* Dang. Kon. Akademie van Wetenschappen, Amsterdam. **13**. 46 ff. Inaug.-Diss. Utrecht. 148 pp. 1 Taf.

65. **1904.** Kuyper, H. P. Die Peritheciumentwickelung von *Monascus purpureus* Went und *Monascus Barkeri* Dangeard und die systematische Stellung dieser Pilze. Rec. d. Traveaux Bot. Néerland. 1904. 1, 225–303, mit 1 Taf. Annales mycologici 1905. 3, 31–81. 1 Taf.

66. **1892.** Lagerheim, G. von. *Dipodascus albidus*, eine neue geschlechtliche Hemiascee. 3 Taf. Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. **24**, 19. S.

67. **1903.** Lendner, A. Cultures comparatives de l'*Aspergillus glaucus* et de sa variété ascogène. Bull. Herb. Boiss. 362–363

68. **1898.** Lindau, G. Bau und Entwickelungsgeschichte von *Amylocarpus encephaloides* Curr. Verhandl. des Bot. Vereins der Provinz Brandenburg. **40**, XXIV–XXV.

69. **1899.** Lindau, G. Über Entwickelung und Ernährung von *Amylocarpus encephaloides* Curr. Hedwigia 1–19. 2 Taf.

70. **1904.** Lindau, G. Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1904. 425.

71. **1903.** Maire, R. La formation des asques chez les Pézizes et l'évolution nucléaire des Ascomycètes. Compt. rend. de la Soc. Biol. **55**, 1401–1402.

72. **1903.** Maire, R. Recherches cytologiques sur le *Galactinia succosa*. Compt. rend. Acad. sc. Paris. **137**, 769–771.

73. **1903.** Maire, R. Remarques taxinomiques et cytologiques sur le *Botryosporium pulchellum* R. Maire (*Cephalosporium dendroides* Elb. et Kell.) Ann. mycolog. **1**, 335–340.

74. **1904.** Maire, R. Sur les divisions nucléaires dans l'asque de la Morille et de quelques autres Ascomycètes. Compt. rend. de la Soc. de Biologie. **56**, 1. 822–824.

75. **1904.** Maire, R. Remarques sur la cytologie de quelques Ascomycètes. C. rend. de la Société de Biologie. **56**, 1. 86–87.

76. **1905.** Maire, R. La mitose hétérotypique chez les Ascomycètes. Compt. rend. Acad. Sc. Paris. **140**, 950–952.

77. **1905.** Maire, R. Recherches cytologiques sur quelques Ascomycètes. Annales Mycologici. **3**, 123–154. 3 Taf.

78. **1905.** Massee, G. On the presence of binucleate cells in the Ascomycetes. Ann. of Botany. **19**, 325–326. Textf.

79. **1901.** Massee, G., and Salmon, E. S. Researches on Coprophilous Fungi. I. Annals of Botany. **15**, 313–357. 2 Taf.

79. **1902** Massee, G., and Salmon, E. S. Researches on Coprophilous Fungi. II. Annals of Botany. **16**, 57–93. 2 Taf.

80. **1903.** Matruchot, L. Sur la culture artificielle de la truffe. Bulletin de la Société Mycologique de France. **19**, 6 S.

81. **1899.** Matruchot, L. et Dassonville, Ch. Sur le champignon de l'Herpès (*Trichophyton*) et les formes voisines, et sur la classification des Ascomycètes. Bull. Soc. Myc. de France. **15**, 250.

82. **1899.** Matruchot, L. et Dassonville, Ch. Sur le *Ctenomyces serratus* Eidam, comparé aux Champignons des Teignes. Bull. Soc. Myc. de France. **15**, 305–310.

83. **1901.** Matruchot, L. et Dassonville, Ch. *Eidamella spinosa*, dermatophyte produisant des périthèces. Bull. Soc. Myc. de France. **17**, 123.

84. **1901.** Möller, A. Phycomyceten und Ascomyceten. Untersuchungen aus Brasilien. Jena.

85. **1903.** Molliard, M. Rôle des bactéries dans la production des périthèces des *Ascobolus*. Compt. rend. Acad. Sc. Paris. **136**, 899–901.

86. **1903.** Molliard, M. Sur une condition qui favorise la production des périthèces chez les *Ascobolus*. Bull. Soc. Myc. de France. **19**, 146–149.

87. **1905.** MOLLIARD, M. Production expérimentale de l'appareil ascosporé de la Morille. Compt. rend. Acad. Sc. Paris. **140**, 1146—1148.

88. **1905.** MUSCATELLO, G. Osservazioni morfologiche sulla *Peziza ammophila* D. et M. Atti Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania. 1—15. 1 Taf.

89. **1896.** NICHOLS, M. A. Studies in the development of the ascospores in certain Pyrenomycetes. Bot. Gazette. **22.**

90. **1896.** NICHOLS, M. A. The morphology and development of certain Pyrenomycetous Fungi. Botanical Gazette. **22**, 301—328. 3 Taf.

91. **1905.** OLIVE, E. W. The morphology of *Monascus purpureus.* Botanical Gazette. **39**, 56—60.

92. **1901.** OLTMANNS, F. Über die Sexualität der Pilze. Biologisches Centralblatt. **21**, 433—442.

93. **1899.** POPTA, C. M. L. Beitrag zur Kenntnis der Hemiasci. Flora. **86**, 1—46. 2 Taf.

93a. **1906.** RAMLOW, G. Zur Entwickelungsgeschichte von *Thelobolus stercoreus* Tode. 1 Taf. Botan. Zeitung I. **64**, 85-99.

94. **1905.** RÉPIN, Ch. La culture de la morille. Compt. rend. de l'Acad. Sc. Paris. **140**, 1274—1275.

95. **1900.** SALMON, E. S. A Monograph of the Erysipheae. Mem. of the Torr. Bot. Club. Vol. 9, 292. Supplement in: Bull. of the Torrey Bot. Club **29.**

96. **1900.** SOLMS-LAUBACH, H. Graf zu. HARPER, R. A. Sexual reproduction in *Pyronema confluens* and the morphology of the ascocarp. Bot. Zeitung. 58. II. 374-379.

97. **1903.** SWINGLE, B. D. Formation of the spores in the sporangia of *Rhizopus nigricans* and of *Phycomyces nitens.* Bull. Bureau plant. industry. U. S. dept. of agric. 37.

98. **1900.** TERNETZ, CH. Protoplasmabewegung und Fruchtkörperbildung bei *Ascophanus carneus* Pers. Jahrb. für wiss. Botanik. **25**, 273—309. 1 Taf.

99. **1896.** THAXTER, R. Contributions towards a monograph of the Laboulbeniaceae. Memoirs of Americ. Acad. of Arts and Sci. Philadelphia. 26 Taf. **12**, 187-429, und Ergänzungen in Proceed. of the Americ. Acad. of Arts and Sciences.

100. **1899.** WAGER, H. The sexuality of the Fungi. Annals of Botany. **13.** 575—597.

101. **1899.** WARD, H. M. *Onygena equina* Willd., a horndestroying Fungus. Philos. Transactions, Ser. B. **175, 191**, 269—291. 2 Taf. Bot. Gazette. **27**, 493-495. Centralbl. für Bact. und Parasitenk. II. Abt. 510-511.

102. **1895.** WENT, F. A. F. C. *Monascus purpureus*, le Champignon de l'Ang-Quac, une nouvelle Thélébolée. 2 Taf. Ann. des sciences nat. Botanique. Sér. 8. **1**, 1—18.

## 2. F. G. Kohl: Kohlensäure-Assimilation und Chlorophyllfunktion.

Hochverehrte Anwesende!

Es ist kein ganz leichtes Unternehmen, in so knapper Zeit, wie sie mir zur Verfügung steht, über die Fortschritte auf einem Gebiete zu berichten, welches wie das der „Assimilation und Chlorophyllfunktion" im letzten Jahrzehnt eine so extensive und intensive erfolgreiche Bearbeitung erfahren hat. Meine Aufgabe wird jedoch dadurch wesentlich erleichtert, dass bereits auf der Karlsbader Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft (1902) CZAPEK über diese Materie referieren wollte und wenn auch nicht persönlich, so doch schriftlich referiert hat. Freilich geht meines Erachtens bei blosser Drucklegung eines Sammelreferates ein guter Teil seiner Vorzüge verloren, und ich halte es für eine allseitiger Unterstützung werte Bewegung in der Deutschen Botanischen Gesellschaft, womöglich auf jeder Generalversammlung über die neuesten Errungenschaften auf abgegrenzten Arbeitsfeldern zusammenfassend berichten zu lassen. Eine vollständige, lückenlose Behandlung des betreffenden Gegenstandes wird allerdings, schon aus äusseren Gründen, niemals zu erreichen sein; auch ich werde mich heute nur den prinzipiell bedeutungsvollen Erfolgen und Fragen auf dem bezeichneten Gebiete zuwenden können, besonders in diesem mündlichen Berichte, und bitte deshalb von vornherein um freundliche Absolution, wenn ich den einen oder anderen Autor oder die eine oder andere Publikation im Interesse der Übersichtlichkeit der Darstellung weggelassen habe. In den Parenthesen des Abdrucks werde ich eine grössere Vollständigkeit in dieser Richtung anstreben.

Während des letzten Lustrums ist die Forscherarbeit nach drei Richtungen tätig gewesen; sie hat das Gebäude der Assimilation wesentlich erweitert, an vielen Punkten innerlich ausgebaut und eine nicht unbeträchtliche Menge Schutt und Geröll beseitigt. Möchten wir den Spuren dieser dreifachen Tätigkeit auch in den Lehrbüchern begegnen, die leider zum Teil der heranwachsenden Jugend noch ein ziemlich mangelhaftes Bild dieses Baues vor die Augen stellen.

Die Chloroplasten sind autonome Organe der photosynthetischen Assimilation, die ohne Mithülfe des Cytoplasmas und Kernes zu arbeiten vermögen (ENGELMANN, EWART, KNY u. a.), sogar Bruchstücke der Chloroplasten verrichten noch ihre Funktion (BEYERINCK 1900, MOLISCH 1904). Innerhalb des Chloroplasten herrscht Arbeits-

teilung, durch allerhand chemische und physikalische Eingriffe, welche das Chlorophyll nicht alterieren, lässt sich das Stroma temporär inaktivieren (Äthernarkose, Wasserstoff, abnorm hohe und niedrige Temperatur, verdünnte Säuren und Alkalien, intensive Belichtung, Plasmolyse) (PFEFFER und EWART 1896), aber nur, wenn beide Teile des Choroplasten zusammen arbeiten, kann assimiliert werden. Allein vermag der Chlorophyllfarbstoff die assimilatorische Funktion nicht auszuüben. Sauerstoffabscheidung aus belichteten Chlorophylllösungen gibt es nicht (REGNARD 1885/86), und selbst der sinnreiche Versuch CZAPEK's mit der lebenden Zelle einverleibten durch Chlorophyll grün gefärbten Öltröpfchen ergab ein negatives Resultat; und umgekehrt ist der Chloroplast ohne Chlorophyll wie in chlorotischen und panachierten Blättern nicht imstande, zu assimilieren, sondern nur aus zugeleitetem Zucker Stärke zu bilden.

Obgleich manche Chloroplasten unter allen Umständen kein anderes als ein homogenes Aussehen darbieten, dürften doch bei den meisten pigmentierte Grana im farblosen Stroma eingebettet sein. Die Anwendung neuer Tinktionsmethoden (Methylen- und Toluidinblaufärbung) hat keine wesentliche Erweiterung unserer Kenntnisse über den feineren Bau der Chloroplasten gezeitigt. Vielleicht ist eine solche zu erwarten von der modernen Dunkelfeldbeleuchtung bei Anwendung von Ölimmersion, die das Erkennen ultramikroskopischer Teilchen und Strukturen ermöglicht.

Hervorragend sind die Fortschritte der letzten Jahre betreffs der Chloroplastenpigmente gewesen. Das Pigment der Chloroplasten ist nicht einheitlich, sondern stellt in den weitaus meisten Fällen ein Gemenge von Chlorophyll, Karotin und Xanthophyll dar. Das siebenstreifige Absorptionsspektrum des Rohchlorophylls setzt sich aus den vier Chlorophyll- und den drei Karotinstreifen zusammen, über welche letztere sich vom Violett her die allmählich abklingende breite Endabsorption des Xanthophylls legt (KOHL 1900). Das Absorptionsmaximum liegt nicht bei Band I, sondern zwischen *F* und *H* (WOLKOFF 1876).

Die verbreitete Ansicht, die Chloroplastenpigmente seien innerhalb der Grana in fettem Öl gelöst, scheint durch Beobachtungen im Ultramikroskop widerlegt zu sein (GAIDUKOV 1906). Im Stroma des *Mesocarpus*-Chloroplasten fehlt die scharfe Grenze zwischen Stroma und Chlorophyllteilchen, welche man bei dem wirklich in fettem Öl gelösten Chlorophyll sonst stets erblickt. Vermutlich sind die Pigmente der Grana kolloidal in phytosterinartiger Grundsubstanz gelöst. Alkoholische usw. Lösungen von Chlorophyll und Karotin lassen im Ultramikroskop nur rote, unauflösbare, strukturlose Kegel erblicken. Band VI, das nach KRAUS ein Kombinationsband sein soll, dessen vorderer Teil dem gelben Farbstoff, dessen hinterer Teil dem eigent-

lichen Chlorophyll angehören soll, ist das reine Karotinband II. Karotinfreie Chlorophylllösung zeigt in der blauen Hälfte niemals ein Band, und lässt man unterm Spektroskop Chlorophylllösung zur Karotinlösung fliessen, so wird dieses Band weder breiter noch dunkler. Im Spektrum lebender Blätter sind bekanntlich die Chlorophyllstreifen nach dem roten Ende hin verschoben, eine Erscheinung, welche durch das Dispersionsvermögen des Lösungsmittels und anderer Einflüsse beim Blätterspektrum hervorgerufen werden mag. (LOMMEL 1871, KUNDT 1874). Zu berücksichtigen bleibt dabei jedoch immer, das auch dünne Schichten fester Chlorophyllpräparate (GERLAND 1871, KRAUS 1872) und dünne Schichten festen Karotins (KOHL 1902) eine Verschiebung der Bänder nach Rot zeigen. Ob der Chlorophyllstreifen IV, der dem Spektrum des lebenden Blattes ganz fehlt, durch Säurewirkung beim Töten der Zelle entsteht, wird man erst einwandfrei beweisen können, wenn man das Reinchlorophyll kennt.

Auf Grund der neuesten Untersuchungen mit Hülfe des Quarzspektrographen und der Kapillaranalyse, welche TSCHIRCH gemeinschaftlich mit OTTENBERG (1904) anstellte, muss es als sehr wahrscheinlich gelten, dass das Karotin durch Behandlung mit verschiedenen Reagentien in Xanthophyll übergeht. Jeder, der sich einmal eingehender mit der Darstellung des Karotins beschäftigt hat, weiss, wie empfindlich dasselbe in gelöster Form ist und wie leicht es einem bei falscher Behandlung unter den Händen entwischen kann. Es geht in Xanthophyll über, und es wird der Gedanke nahe gelegt, dass das intakte normale Blatt Xanthophyll überhaupt nicht enthält, dass dieses vielmehr erst bei der Herstellung des Chlorophyllauszugs aus Karotin entsteht, wogegen das herbstlich gelbe Blatt schon infolge der Chloroplasten-Desorganisation Xanthophyll enthalten mag. Wäre dem so, so hätten wir im Chloroplasten nur zwei Pigmente, das Chlorophyll mit drei Absorptionsbinden in der roten, das Karotin mit drei in der blauen Hälfte des Spektrums. Die infraroten Strahlen werden nach DONATH (1896) vom Blattgrün nicht absorbiert, unter der Einwirkung blos dunkler Wärmestrahlen fehlt jede Kohlensäurezerlegung (PFEFFER, CAILLETET), und dem Infrarot schliesst sich das Rot bis $\lambda = 700 \mu\mu$ an. Das ist bedeutungsvoll, denn nach LANGLEY enthält das Infrarot 80 pCt. der gesamten Sonnenenergie, und diese finden demnach bei der Assimilation keine Verwendung. STAHL (1906) legt in seiner vor kurzem erschienenen Abhandlung trefflich dar, wie die Atmosphäre auf zweifache Art auf die durchgehende Sonnenstrahlung wirkt, einmal durch selektive Absorption und sodann durch diffuse Reflexion. Jene beraubt sie durch die in ihr enthaltene Kohlensäure und den Wasserdampf der ultraroten und angrenzenden roten Strahlen, lässt dagegen die leuchtenden Strahlen

hindurch, durch diese, die diffuse Reflexion werden die Sonnenstrahlen nach allen Richtungen zerstreut, sodass die Amosphäre selbst zu einer Licht und Wärme strahlenden Hülle wird. Diese durch die Atmosphäre als trübem Medium verursachte diffuse Reflexion schwächt am meisten die blauen und violetten, am wenigsten die roten Strahlen. Da nun nach Lord RALEIGH's physikalischen Deduktionen die Zerstreuung der Strahlen in umgekehrtem Verhältnisse zur vierten Potenz der Wellenlänge erfolgt, muss bei einfallendem weissen Lichte das zerstreute Licht wegen des relativen Vorherrschens der kürzeren Wellenlängen eine bestimmte blaue Farbe besitzen (bläuliche Farbe des Rauchnebels, der Emulsionen, des Himmelsgewölbes). Das die Atmosphäre durchsetzende Licht ist reich an roten, arm an kurzwelligen Strahlen, und der Gehalt an letzteren verringert sich mit der Atmosphärendicke (ABNEY), das durch ein trübes Medium zerstreute Licht ist umgekehrt reich an kurzwelligen, arm an langwelligen Strahlen.

Die beiden Teilfarbstoffe des Blattgrüns teilen sich nun in die Ausnutzung des Lichtes, das Chlorophyll steht im Dienste der bei wachsender Atmosphärendicke dominierenden gelbroten Strahlen, das Karotin im Dienste des Lichtes, wie es der Pflanze vom blauen Himmelsgewölbe zufliesst, mit vorwiegenden kurzwelligen Strahlen. Die Pflanze ist nicht der Verarbeitung des direkten ungeschwächten Sonnenlichtes angepasst, sondern der bei ihrem Gange durch die Atmosphäre veränderten Strahlung; sie verzichtet auf die Ausnutzung des energiereichen gelben und grünen Lichtes; sie lässt die ihr bei diffuser Belichtung spärlich zugemessenen, bei direkter Insolation aber gefährlichen grünen Strahlen ungenutzt durch. In ähnlicher Weise ist das ablehnende Verhalten der Pflanze gegen die infraroten Strahlen zu verstehen, die die Pflanze nicht absorbiert, weil sie bei hohem Sonnenstand die Gefahr zu starker Erwärmung bringen würden, bei niederem Stande der Sonne aber eine zu starke Absorption in der Erdatmosphäre erleiden, um der Pflanze noch in ausreichendem Masse geboten zu werden. Die Pflanze erzeugt, wie es scheint, in ihren Chloroplasten diejenigen Farbstoffe, welche die Strahlen zu absorbieren vermögen, die ihr am häufigsten im diffusen Tageslichte zur Verfügung stehen (STAHL 1906).

Das von LOMMEL zuerst theoretisch geforderte Assimilationsmaximum der grünen Pflanze im Rot zwischen $B$ und $C$ ist jetzt allgemein anerkannt, dicke Chlorophyllschichten können es naturgemäss etwas nach Gelb verschieben (sekundäre Kurve), das von ENGELMANN zuerst beobachtete, von TIMIRIAZEFF und mir experimentell bestätigte und verteidigte zweite Maximum in der brechbareren Hälfte bei $F$ ($\lambda = 486\ \mu\mu$) ist nicht mehr zu leugnen. Eli-

miniert man im direkten Sonnenlicht die Dispersion, so beträgt die Wirkung der blauen Hälfte 54 pCt. von der der gelbroten, und setzt man die Pflanze unter gleichen Bedingungen dem blauen Himmelslicht aus, so ist es nach dem vorhin Gesagten nicht wunderbar, dass eine weitere Verschiebung zu Gunsten der blauen Hälfte eintritt, und schon bei blassblauem Himmel ist der assimilatorische Effekt der beiden Spektralhälften gleich! Da nun aber die Strahlen der blauen Spektralhälfte weniger Energie enthalten und doch Gleiches leisten, wie die langwelligen der roten Hälfte, so gewinnen wir hierdurch ungezwungen eine theoretische Bestätigung der Behauptung WOLKOFF's, dass die Lichtabsorption in der blauen Hälfte stärker ist als im Band I des Chlorophylls.

Die energetischen Untersuchungen, soweit solche heute vorliegen, lehren, dass vom direkten Sonnenlicht nur 28 pCt. absorbiert und nur 0,5 — 0,7 pCt. für die Assimilation verbraucht werden (H. T. BROWN 1899, PFEFFER 1897), von diffusem Licht dagegen 95 pCt. der gelieferten Energie absorbiert und 2,7 pCt. bei gewöhnlichem Kohlensäuregehalte der Luft assimilatorisch verwertet werden. Da nun die Energiemenge allein der *BC* Strahlen ausreichen würde, um 16,5 *g* Kohlenhydrat pro Stunde und □ *m* zu erzeugen, man aber selbst bei auf 0,164 pCt. gesteigertem Kohlensäuregehalt der Luft nur 3 *g*, also ca. 18 pCt. Kohlenhydrat zu erzielen vermochte, so sieht man, wie weit die empirisch gefundene Leistung hinter der theoretisch möglichen zurückbleibt. Es stehen also für die übrigen Zwecke der Pflanze enorme Energiemengen aus den sichtbaren Strahlen zur Verfügung; hierzu kommen noch die der infraroten Strahlen, die von den wasserreichen Organen der Pflanze ähnlich wie vom Wasser absorbiert werden dürften, und endlich die von der Umgebung auf die Pflanze reflektierten dunklen Wärmestrahlen.

Beteiligt sich, wie wir vorhin sahen, zweifellos das Karotin in bisher kaum geahnter Weise an der Assimilationsarbeit, so ist ihm doch noch eine wichtige Nebenfunktion übertragen, nämlich die des Enzymschutzes. Viele pflanzlichen Enzyme werden durch das Licht zerstört, wie ich in einer gesonderten Mitteilung ausführlicher behandeln werde. Die nachteiligste Wirkung üben, wie alle bisher vorliegenden Untersuchungen erkennen lassen, die violetten und ultravioletten Strahlen von etwa $\lambda = 420\ \mu\mu$ an aus. Gerade diese Strahlen werden vom Karotin für assimilatorische Zwecke absorbiert. Ich konnte die enzymschützende Wirkung von Karotinlösungen inbezug auf Diastase experimentell konstatieren. Es teilt sich also in dieser Beziehung das Karotin mit dem häufig vorkommenden Anthokyan in dieselbe Rolle, nur dass letzteres noch erfolgreicher arbeitet, weil es zugleich auch die enzymzerstörenden grünen Strahlen verschluckt. Hierdurch erklärt sich die Beobachtung von BROWN und MORRIS.

Das grüne Laubblatt enthält am Abend weniger Diastase als nach der nächtlichen Verdunkelung; die zerstörende Wirkung des Grün macht sich geltend, allein der Diastasegehalt würde ohne das Karotin zweifellos tiefer sinken. Interessant ist, dass sowohl Anthokyan als auch Karotin die die Diasteseproduktion fördernden roten Strahlen glatt durchlassen. Besonders klar und deutlich springt die Schutzwirkung des Karotins in F. A. WENT's interessanten Versuchen mit *Monilia sitophila* ins Auge, da dieser Pilz in Lichtkultur ausschliesslich durch Karotin gefärbt ist. Wir haben also eine Lichtschirmhypothese, nur in anderem Sinne, als es die früher oft zitierte KERNER'sche war, welcher der Boden in demselben Augenblicke entzogen wurde, in der man die Absorptionsverhältnisse des Anthokyans erkannte. Es gehört keine besondere Prophetengabe dazu, um vorhersagen zu können, dass dem Anthokyan noch eingehendste Beachtung wird geschenkt werden müssen. In chemischer Beziehung haben OVERTON (1899), MOLISCH und WEIGERT (1894/95) die Anthokyanfrage in hervorragender Weise gefördert, wogegen in physiologisch-biologischer Beziehung die Untersuchungen von REYNOLD GREEN (1897) und STAHL (1896) bahnbrechend gewirkt haben. Die Kurve, durch welche GREEN die Wirkung der verschiedenen Lichtarten auf die Enzyme darstellt, erlaubt vorläufig keine andere Interpretation als die: Anthokyan und Karotin einerseits vermindern die Enzymzerstörung durch das Licht, das Chlorophyll andrerseits drückt durch seine Absorption der Strahlen zwischen *B* und *C* die Enzymproduktion fördernde Wirkung des Lichtes herab. Die Beobachtungen von WENT und die von C. J. KONING und H. W. HEINSIUS (1903) brachten bereits willkommene Bestätigung und die seiner Zeit sehr skeptisch aufgenommene und auch jetzt noch von einzelnen Forschern (CZAPEK 1905) perhorreszierte Ansicht H. PICK's, dass das Anthokyan Strahlen absorbiere, welche die Lösung und Wanderung der Stärke behindern, dürfte damit ihre Auferstehung, nur in etwas verändertem Gewande, feiern. Wenn KNY (1893/94) und STAHL (1896) die biologische Bedeutung des Anthokyans in erster Linie in der durch dasselbe bewirkten Wärmeabsorption erblicken, so scheint mir keinerlei Schwierigkeit vorzuliegen, beide Leistungen nebeneinander bestehen zu lassen. Im Gegenteil. Indem das Anthokyan Lichtstrahlen absorbiert und in Form von Wärme in den Dienst der Transpiration stellt, macht es dieselben unschädlich für die Enzyme, unschädlich für Stärkelösung und -transport.

Obgleich Anthokyan und Karotin bei vollkommenem Lichtabschluss entstehen können (LAURENT 1893, ZOPF 1886, KOHL 1902), so äussert doch das Licht — eine scheinbare contradictio in adjecto — einen fördernden Einfluss auf ihre Bildung. Im Studium der Bildungsbedingungen dieser Pigmente schlummert der Keim für die Erkennt-

nis der Erscheinung, welche wir heute als komplementäre chromatische Adaptation bezeichnen und von der wir jetzt wissen, dass sie die Pigmentierung der Chromatophoren in hohem Masse beherrscht.

Wenn das Experiment zeigt, dass die *Monilia sitophila* sich nur rötet unter dem Einflusse kurzwelliger Strahlen, wenn wir in grösseren Meerestiefen nur rote Algen antreffen, wenn die Chloroplasten des grünen Laubblattes neben dem an rotes Licht angepassten Chlorophyll das an das blaue Reflexlicht angepasste Karotin aufweisen, so sind das alles Erscheinungen der komplementären chromatischen Adaptation. Nicht nur sind später die zur Eigenfarbe eines Pflanzenorgans komplementären Lichtarten die hauptsächlich oder ausschliesslich wirksamen, sondern beide, Organfarbe und komplementäre Lichtarten, stehen auch in genetischem Zusammenhang, insofern jene durch diese erzeugt wird. So wird Karotin bei *Monilia* nur gebildet bei Belichtung mit denjenigen Strahlen, welche es selbst absorbiert. Die bekannten ENGELMANN-GAIDUKOV'schen Versuche (1903) mit Oscillarien haben das in eklatanter Weise aufs Neue veranschaulicht. Freilich ist die Entstehung der in Rede stehenden Pigmente nicht strikte an die Anwesenheit von Licht gebunden, Chlorophyll, Karotin und Anthokyan können auch im absoluten Dunkel entstehen, im Licht aber nehmen sie rasch an Menge zu, wenn die komplementäre, von ihnen absorbierte Lichtart vorhanden ist.

In bezug auf die Algen haben die neueren Untersuchungen dargetan, dass auch bei ihnen die assimilatorische Funktion stets von distinkten Chromatophoren besorgt wird, dass es formlos, diffus im Plasma verteiltes Chlorophyll nicht gibt.

Die Pyrenoide, die man auch am *Anthoceros*-Thallus (SCHMITZ) und im Protonema mancher Laubmoose (HANSIRG) fand, fehlen den Characeen, Phaeophyceen und vielen Florideen. Sie enthalten meist Eiweisskrystalle, sie vermögen sich durch Teilung zu vermehren, können sich jedoch auch auflösen und neubilden. Die Beziehung der Pyrenoide zu den Stärkekörnern ist noch nicht aufgeklärt.

Dagegen haben unsere Kenntnisse der Algenfarbstoffe wesentliche Förderung und Klärung erfahren. Die Chromatophoren der Cyanophyceen, Peridineen, Diatomeen, Florideen, Phaeophyceen und Chlorophyceen enthalten Chlorophyll und Karotin; zu beiden gesellen sich noch wasserlösliche Pigmente, das Phycocyan bei den Cyanophyceen, das Xanthophyll bei den Diatomeen und Chlorophyceen (?), Phycopyrrin und Peridinin bei den Peridineen, das Fucoxanthin bei den Phaeophyceen, das Phycoerythrin bei den Florideen und bei *Bryopsis disticha*, *Taonia atomaria*, *Dictyota dichotoma* und *Porphyra cruenta*.

Phycocyan und Phycoerythrin konnten in Kristallform erhalten und als proteïnartige Substanzen erkannt werden. Durch den Wegfall des Diatomins, das nicht existiert (KOHL 1900 und 1906), und des Rhodospermins, das sich als identisch mit dem Phycoerythrin erwies, konnte die Nomenklatur vereinfacht werden.

Die Pigmente, die wasserlöslichen mit Proteïnnatur, die alkohollöslichen mit Lecithinnatur, dürften überall gleichmässig im Chromatophor verteilt sein, vielleicht in lockerer chemischer Verbindung als lecithoproteïnartige Körper. Zu ihnen gesellt sich der wahrscheinlich in phytosterinartiger Substanz gelöste Kohlenwasserstoff, das Karotin.

Die Zahl der chlorophyllführenden Bakterien ist um einige vermehrt worden (*Bacterium chlorinum*, *Eubacillus multisporus*, ENGELMANN, DANGEARD). Auch die von RAY LANKESTER entdeckten Purpurbakterien führen Karotin, das Bakteriopurpurin ist also sicher kein einheitlicher Farbstoff (BÜTSCHLI, KOHL). Die Vermutung CZAPEK's, es sei auch hier das Chlorophyll von Karotin begleitet, ist auf Grund der ENGELMANN'schen spektroskopischen Untersuchung als nicht zutreffend zu betrachten. Wodurch das Assimilationsoptimum der Purpurbakterien ins Ultrarot verlegt wird, wissen wir noch nicht.

Eine Fülle von Arbeiten hat das Studium der „äusseren Einflüsse" auf die Assimilation in den letzten Jahren hervorgebracht, und ein Bericht über die Fortschritte auf dem Gebiet der Assimilation darf dieselben nicht unberührt lassen, wenn es sich dabei auch oft um, ich möchte sagen, Kleinarbeit handelt, deren Resultate jedoch nicht selten für die spätere Forschung von besonderem Werte sind.

In Bezug auf den Einfluss der Lichtintensität besteht nach den Untersuchungen von TIMIRIASEFF (1889) und PANTANELLI (1903) die proportionale Beziehung zwischen Assimilations- und Lichtintensität (WOLKOFF 1866, KREUSSLER 1885) nicht. Die Lage des Optimums, die für eine Anzahl Wasserpflanzen bei ungefähr $^1/_4$ der vollen Sonnenlichtintensität gefunden wurde (PANTANELLI), verändert sich mit dem Kohlensäuregehalt des Mediums. Eine gewisse Trägheit der Einstellung des Prozesses beim Wechsel der Lichtintensität gibt zu Irrtümern leicht Anlass.

Alle neueren Arbeiten haben das Vorhandensein spezifischer Differenzen bezüglich des Temperatureinflusses auf die Kohlensäurezerlegung bestätigt. Ob aber die unteren Grenzen, bei denen eben noch assimiliert werden kann, so weit auseinanderliegen, wie aus den bisherigen Angaben hervorgeht, nämlich zwischen + 6 und — 40° C., darf wohl bezweifelt werden, es sind hierüber noch umfangreiche Untersuchungen unter Anwendung verschiedener Methoden

nötig. Mit steigender Temperatur nimmt die Assimilationstätigkeit rasch zu. Das Optimum scheint bei vielen Pflanzen zwischen 25 bis 30° C. oder höher zu liegen. (MATTHAEI 1904. 38° C.! für *Prunus Laurocerasus.*) Die Versuche, mit Hülfe der Blasenzählmethode den Einfluss höherer Temperaturen auf die Assimilation zu ermitteln, sind, wie ich nachweisen werde, vollkommen unbrauchbar, da die Blasen beim Ansteigen der Temperatur mehr und mehr und schliesslich fast ganz aus Atmungskohlensäure bestehen.

Dem Studium des Einflusses des Salzgehaltes auf die Assimilation hat man fortgesetzt eingehende Untersuchungen gewidmet. Die Erfahrung, dass ein vom normalen abweichender Salzgehalt des Wassers bei Wasserpflanzen die Assimilation meist ungünstig beeinflusst, hat sich durch neuere Beobachtungen bestätigen lassen. Die Zahl der in dieser Richtung untersuchten Substanzen ist wesentlich vermehrt, und die Minimaldosen darselben sind bestimmt worden (JACOBI 1899). Plasmolytisch wirksame Konzentrationen erwiesen sich nach TREBOUX (1903) dauernd schädlich, wogegen KLEBS (1887) und KNY (1897) bei Plasmolyse hervorrufenden Salzkonzentrationen unter geeigneten Verhältnissen Assimilationshemmung ausbleiben sahen. An der hemmenden Wirkung der Kalium- und Natrium-Ionen ist nicht mehr zu zweifeln. Über den Grad der Akkomodationsfähigkeit der Süss- und Salzwasseralgen an wechselnden Salzgehalt des Mediums geben die Arbeiten von RICHTER (1892) und OLTMANNS (1891) einige Aufklärung. Da, wie PANTANELLI (1003) wohl mit Recht vermutet, von den Salz- und Ionenwirkungen vorwiegend oder ausschliesslich das Chloroplastenstroma betroffen wird, sind von weiteren Untersuchungen auf diesem Gebiete wichtige Aufschlüsse über das Zusammenarbeiten von Stroma und Farbstoff zu erwarten. Retardierend auf die Assimilation wirken Chinin, Antipyrin, Strychnin und andere Alkaloide, Phenol, Kupfersulfat, Zinksulfat, Alkalien und konzentrierte Säurelösungen, beschleunigend sehr verdünnte organische und anorganische Säuren (1 : 10000), kalt gesättigte Salicylsäurelösung usw. (WEYL 1881, PURIEWITSCH 1894, PANTANELLI 1903, TRÉBOUX 1903). Bei der durch Kupferpräparate (Bordeauxbrühe usw.) bewirkten Steigerung der Assimilationsintensität handelt es sich anscheinend um eine sekundäre Wirkung; gesteigertes Wachstum der Blattzellen und vermehrte Farbstoffbildung sind Reaktionen auf den chemischen, durch das Kupfer induzierten Reiz, und erst die Vermehrung des Assimilationsgewebes hat die Hebung des Assimilationsprozesses zur Folge. Die Frage, ob das Kupfer, wie nachweislich bei Pilzen (RAULIN 1760, RICHARDS 1897, UNO und PULET) oder bei Pollenschläuchen (MIANI) eine Wachstumsbeschleunigung bezw. eine Ertragssteigerung auch bei den chlorophyllführenden Pflanzen herbeiführt, ist trotz der Arbeiten von EWART,

JACOBI, TRÉBOUX (1906), da häufig mit zu grossen Konzentrationen experimentiert wurde, die wie vorauszusehen, eine Herabsetzung der Assimilation zur Folge haben mussten, noch nicht konstatiert. Das von HÜPPE aufgestellte allgemeine biologische Gesetz, dass jeder Körper, der in bestimmten Konzentrationen die Protoplasten tötet, in geringeren Mengen die Entwicklungsfähigkeit herabsetzt und in noch geringerer Menge umgekehrt als Reiz wirkt und die Lebensprozesse steigert, wird sich vermutlich auch hier als zu Recht bestehend erweisen.

Narkotisierende Stoffe (Äther, Chloroform usw.) bewirken temporäre Assimilationshemmungen (CLAUDE BERNARD 1878, BONNIER und MANGIN 1886, BELLUCI 1887, DETMER, EWART 1896). Durch Bewegung des umgebenden Wassers, wahrscheinlich infolge vermehrter Diffusion der Kohlensäure, wird die Sauerstoffausscheidung der Wasserpflanzen gesteigert, wie FR. DARWIN und PERTZ (1896) fanden; es bleibt noch zu beantworten, ob dabei noch andere Faktoren im Spiele sind.

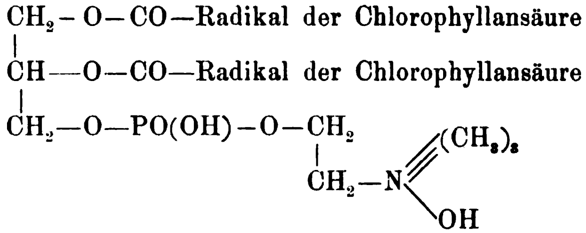
Verminderung des Diffusionsgefälles der Kohlenhydrate in der Zelle durch verlangsamte Ableitung oder gesteigerte künstliche Zufuhr von Kohlenhydraten hat bei normalem Kohlensäuregehalt der Luft Sinken der Assimilationstätigkeit zur Folge. In kohlensäurereicher Luft kann die Kohlenhydratanhäufung hohe Werte erreichen, ehe die Kohlensäurezerlegung sistiert wird (SAPOSCHNIKOFF 1890, 1893, 1895).

Noch immer stark divergierend sind die Angaben über den Einfluss der Partiärpressung der Kohlensäure auf die Assimilation. Unter Anwendung verbesserter Methoden erhielt man zuverlässigere Werte, nach denen man wohl anzunehmen berechtigt ist, dass erstens der Optimalkohlensäuregehalt für verschiedene Pflanzen verschieden ist, dass zweitens durch Steigerung des Kohlensäuregehalts der Luft bis 1 Volumenprozent sich die assimilatorische Leistung fast auf das Doppelte steigern lässt, und dass sich drittens die optimale Konzentration der Kohlensäure mit der Lichtintensität nach aufwärts verschiebt. Nach dem Überschreiten dieser Optima sinkt die Sauerstoffausscheidung (PANTANELLI 1904). Dagegen scheint die von BROWN und ESCOMBE und von TRÉBOUX aus ihren Versuchen gefolgerte ungefähre Proportionalität zwischen Hebung der Assimilationstätigkeit und Partiärpressung der Kohlensäure unter sonst günstigen Verhältnissen und innerhalb gewisser Grenzen durch das weitere vorliegende Beobachtungsmaterial nicht durchgehends bestätigt zu werden.

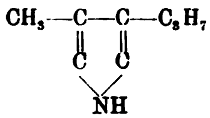
Die Beziehungen zwischen Assimilationsintensität und Partiärdruck des Sauerstoffs wurden von verschiedenen Seiten eingehend untersucht. Direktem Sonnenlicht ausgesetzt können Pflanzen ebensowohl in reinem Sauerstoff als auch ohne jeden Sauerstoff gedeihen;

in letzterem Falle benutzen sie den durch Assimilation selbst produzierten Sauerstoff. Der Quotient $\frac{CO_2}{O_2}$ bleibt immer nahezu gleich 1, nur die Intensität der Assimilation nimmt mit sinkender Partiärpressung des Sauerstoffs gesetzmässig ab. Bei unzureichender Belichtung ruft sowohl in reinem Sauerstoff als in komprimierter Luft und in komprimiertem Sauerstoff Kohlensäureansammlung Schädigung der Pflanze hervor.

Welche Fortschritte hat die Chlorophyllchemie gemacht? Das erstrebte Ziel, den Chlorphyllfarbstoff rein und kristallinisch zu erhalten, ist auch heute noch unerreicht, aber die dahin gerichteten Bemühungen haben uns durch einen planmässig betriebenen Abbau des Farbstoffmoleküls einen nicht zu unterschätzenden Einblick in die Natur des Chlorophylls verschafft, und die herrschende Ansicht, dass es sich im nativen Chlorophyll um ein Lecithin handle mit zwei chromophoren Gruppen an Stelle der Fettsäureradikale, nicht erschüttert, folgender Formel entsprechend:

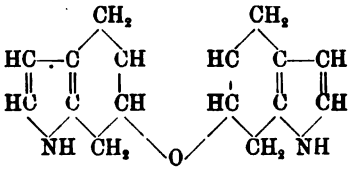



Durch Alkalien gelang es, die chromophoren Gruppen leicht abzuspalten und Alkachlorophyll frei von Cholin, Glycerin, Phosphorsäure und Magnesia, die bekanntlich stets im Chlorophyll gefunden wurde, zu erhalten. Weniger energisch wirkt Säurebehandlung, da das noch kontroverse Chlorophyllan und Phylloxanthin noch intakte Lecithinkomplexe zu enthalten scheinen (BODE 1898/1899, KOHL 1898, MARCHLEWSKI 1900). Durch fortgesetzte Säurebehandlung erhielten SCHUNCK und MARCHLEWSKI das gut charakterisierte und gut kristallisierende Phyllokyanin (Kupfersalz: $C_{68}H_{71}N_5O_{17}Cu$), das Phyllotaonin ($C_{46}H_{40}N_6O_6$) und endlich das Phylloporphyrin ($C_{16}H_{18}N_2O$), zu dem man auch bei Alkalibehandlung über das Alkachlorophyll, Phyllotaonin und Phyllorubin, dessen neutrale Lösungen bereits rot sind, gelangt. 1896 konnten SCHUNCK und MARCHLEWSKI, weiter NENCKI zuerst auf die frappante Ähnlichkeit der Zusammensetzung des Blutderivates Hämatoporphyrin und des Chlorophyllderivates Phylloporphyrin aufmerksam machen, und als es glückte, aus beiden Porphyrinen das Haemopyrrol (= Methylpropylpyrrol)

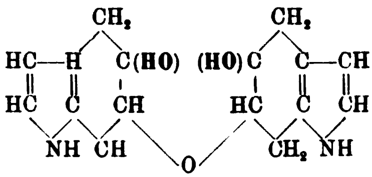


zu reduzieren, konnte NENCKI (ZALESKI, MARCHLEWSKI) im Verfolg seiner Resultate für beide Porphyrine die provisorischen Konstitutionsformeln aufstellen:

Phylloporphyrin = $C_{16}H_{18}N_2O$



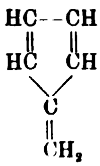
Hämatoporphyrin = $C_{16}H_{18}N_2O_3$



wonach wir im Hämatoporphyrin ein Dioxyphylloporphyrin vor uns hätten.

Da nun von E. FISCHER der Pyrrolidinring und von HOPKINS der Benzopyrrolring als im Eiweissmolekül vorgebildet angenommen werden, so sind damit Beziehungen sowohl für den Blutfarbstoff, als auch für das Chlorophyll zu Eiweissspaltungsprodukten gegeben.

Bei dem Karotin liegen die Verhältnisse wesentlich anders. Wir haben hinreichenden Grund, das Karotin als einen ungesättigten Kohlenwasserstoff von der Formel $C_{26}H_{38}$ aufzufassen (ARNAUD 1886, KOHL 1902). Bis zum Jahre 1875 waren gefärbte Kohlenwasserstoffe gänzlich unbekannt. Das von DE LA HARPE und VAN DORP sowie später von GRAEBE (1892) hergestellte Dibiphenylenäthen war der erste rote Kohlenwasserstoff, zu ihm gesellte sich 1886 das Karotin als zweiter und 1900 das Fulven THIELE's als dritter hinzu. Alle bis dahin als chromophore Gruppen erkannten Atomverkettungen konnten nun beim Fulven ebensowenig wie beim Karotin in Frage kommen. Das Fulven hat die Formel $C_5H_4 \cdot CH_2$ und die Konstitution:



Es scheinen also die drei Doppelbindungen in der ringförmigen Anordnung der Kohlenstoffatome zu sein, welche die Färbung mit sich bringen und da im Dibiphenylenäthen derselbe Kohlenstofffünferring zweimal auftritt, wird man ihn auch im Karotin vermuten dürfen und sieht damit das Karotin mit den Substanzen in Beziehung treten, in denen der Pyrrolring am Aufbau teilnimmt, mit dem Chlorophyll, mit dem Blutfarbstoff und mit den Eiweisssubstanzen.

Der schwierigen Frage nach der physiologischen Funktion des Chlorophylls, des Karotins und aller Auxiliarfarbstoffe, welche bekanntlich bei den Algen hinzukommen, hat man fortgesetzt volle Aufmerksamkeit geschenkt und angestrengte Tätigkeit gewidmet. Dem Schicksal der PRINGSHEIM'schen Lichtschirmtheorie verfielen auch diejenigen Assimilationstheorien, welche eine direkte chemische Beteiligung der Pigmentsubstanz heranzogen; als am besten fundiert hat sich weiter diejenige Theorie bewährt, welche die optischen Eigenschaften der Farbstoffe ins Auge fasst und die Pigmente als Sensibilisatoren wirken lässt. Der Vergleich mit den Sensibilisatoren der photographischen Platte ist freilich cum grano salis heranzuziehen, da es bei ihnen wohl auf eine Transformation der absorbierten Strahlen ankommen dürfte, im Chloroplasten dagegen wohl nur auf einen Energietransport. Bei allen Chloroplastenpigmenten, deren Lösungen bisher Fluoreszenz vermissen liessen, liegen zwingende Gründe für die Annahme einer Transformation nicht vor. Dabei erscheint es mir als Widerspruch, dass wir allgemein dem Chlorophyll die Fähigkeit zuschreiben, kurzwelliges Licht in rotes Fluoreszenzlicht umzuwandeln, während es als Sensibilisator der photographischen Platte gerade rotes Licht in kurzwelliges transformiert. Nach der Theorie ABNEY's muss sich der sensibilisierende Farbstoff selbst zersetzen, er muss also in der Pflanze fortwährend regeneriert werden. Damit stehen viele Erscheinungen in Einklang, und der herbstliche Schwund der Chloroplastenfarbstoffe dürfte Folge der ausbleibenden Regeneration sein.

Der durch die Energieeinfuhr auf Kosten der Luftkohlensäure im Stroma stattfindende synthetische Vorgang ist eine Synthese von Hexosen, die in den assimilierenden Chloroplasten erscheinende Stärke ist als Reservestoff aufzufassen. Die Stärkebildung kann ausbleiben, wenn der Prozess so geleitet wird, dass es zu einem Hexosenüberschuss nicht kommt, oder wenn aus antochthon gebildetem Zucker statt der Stärke Öleinschlüsse sich zeigen wie bei *Musa* und *Strelitzia*, bei den Diatomeen und vielen Phaeophyceen, bei *Vaucheria* usw., weshalb sich die Stärkebildung (Stärkeprobe) nicht mehr als Argument für die primäre Formierung von Kohlenhydraten in den Chloroplasten benutzen lässt. Dabei ist es gleichgültig, welche der bekannten Hexosen zuerst entstehen, da sie leicht in einander über-

gehen können, wie neben anderem aus den Arbeiten von SCHIMPER und A. MEYER hervorgeht. Die Stärkebildung in den Chloroplasten ist unabhängig von der Kohlensäureassimilation, da viele Chloroplasten, obwohl sie kräftig assimilieren, keine Stärke aus zugeleitetem Zucker zu formieren vermögen. Der Stärkebildung geht stets Zuckerbildung voraus, und nur oberhalb einer meist spezifisch verschiedenen Grenzkonzentration der in der Zelle enthaltenen Zuckerlösung tritt Stärkebildung ein. Wird diese Grenzkonzentration im Leben der Pflanze nicht erreicht, so bleibt jede Stärkebildung aus, bei den meisten Pflanzen wird sie regelmässig erreicht, und Stärkebildung erfolgt. Bleibt sie in freier Natur aus, so kann sie experimentell durch Zufuhr geeigneter und hinreichend konzentrierter Zuckerlösung stets veranlasst werden, nur bei *Allium Cepa* ergaben diesbezügliche Bemühungen bisher stets negative Resultate. Bei künstlicher Zuckerzufuhr beginnt die Stärkebildung bei einem Zuckergehalt von 0,2 pCt. Saccharose, hat ihr Optimum bei wenig über 10 pCt., nimmt bei höheren Konzentrationen ab, um bei 30 pCt. ganz zu erlöschen. Die untere Grenztemperatur schwankt dabei zwischen 2—15° C.; bei 20° steigert sich die Intensität des Vorganges. Narkose hemmt oder verhindert die Stärkebildung, Sauerstoffanwesenheit ist für sie unerlässlich. Sowohl die chlorotischen Chloroplasten, als auch die panachierter Blätter, desgleichen die Leukoplasten und Chromoplasten können durch Zuckerzufuhr zur Stärkebildung gebracht werden. Winterharte Blätter finden wir vom Dezember an stärkefrei, weil die vorhandene Stärke verzuckert und neue nicht gebildet werden kann, solange bei niederer Temperatur die Zuckerkonzentration unter die Grenzkonzentration sinkt, welche letztere mit der Temperatur steigt. Dass junge Blätter noch keine Stärke speichern, dürfte damit zusammenhängen, dass für sie die Lage der Zuckergrenzkonzentration eine andere ist, als für ältere Blätter.

Zahlreiche Hypothesen sind im Laufe der Zeit aufgestellt worden, den Weg zu kennzeichnen, auf welchem die Hexosen aus Kohlensäure und Wasser entstehen. Überblickt man die Fülle von Einzeluntersuchungen, so kommt man zur Überzeugung, dass die mehr oder minder modifizierte BAEYER'sche Formaldehydhypothese noch immer die meisten Anhänger zählt. Während die Einen den Vorgang der Kohlensäurereduktion als Ersetzung von Hydroxylgruppen durch Wasserstoffatome unter direkter Formaldehydbildung auffassen, etwa der Gleichung $OHCOOH + 4H \quad CH_2O + 2H_2O$ entsprechend, halten Andere auf Grund der Beobachtungen von LIEBEN (1895), LOSANITSCH und JOVITSCHITSCH (1897) und A. die intermediäre Bildung von Ameisensäure für wahrscheinlicher. Dem beobachteten Auftreten von Wasserstoffsuperoxyd im assimilierenden Blatte strebte

A. BACH (1893, 1894, 1898), sichtlich im Verfolg des ERLENMEYERschen Gedankenganges, durch seine Auffassung gerecht zu werden, nach der sich neben Formaldehyd Perkohlensäure und Wasserstoffsuperoxyd bilden, welchem letzteren der entweichende Sauerstoff entstammt, wogegen POLLACCI, wohl der enragierteste Verteidiger der Formaldehydhypothese, den bei der Assimilation im Blatte auftretenden kleinen Mengen von Methan und Wasserstoff Rechnung zu tragen sucht, indem er den Prozess nach der Gleichung

$$2H_2CO_3 + H_4 = CH_2O + CH_4 + H_2O + 2O_2$$

verlaufen lässt. Dass im assimilierenden Blatt Aldehyde entstehen und dass es sich häufig um Formaldehyd handeln dürfte, ist nicht mehr anzuzweifeln. Der Aldehyd ist vorhanden, wenn das Blatt belichtet war, fehlt nach Verdunkelung oder Kohlensäureentzug; chlorophyllfreie Organe sind frei davon. Der Formaldehyd lässt sich leicht zu i-Fruktose (Akrose) kondensieren (BUTLEROW, LOEW, TOLLENS, E. FISCHER und PASSMORE), er wird, wenn auch ein Gift für die Pflanze, doch in hinreichender Verdünnung vertragen (TRÉBOUX 1903), und einzelne seiner Derivate (oxymethylsulfosaures Natron, Methylal) gestatteten bei Kohlensäureabschluss im Lichte Stärkebildung (LOEW und BOKORNY 1889—1892), ja BOUILHAC (1902) (BOUILHAC und GIRSTINIANI 1903) berichtet sogar über Versuche, welche zeigen, dass einzelne Pflanzen in Formaldehydkulturen besser gedeihen als sonst. Das sind der Hypothese günstige Momente. Nun muss aber betont werden, dass viele der eben genannten Beobachtungen dringend der Bestätigung bedürfen, dass man wird danach streben müssen, den Formaldehyd in Substanz zu fassen und quantitativ zu bestimmen, und dass von ihm dann immer noch dasselbe gelten könnte wie von den anderen meist in kleinen Mengen gefundenen Stoffen (Methan, Wasserstoff, Wasserstoffsuperoxyd usw.), dass sie nämlich anderweitigen Stoffwechselvorgängen ihre Entstehung verdanken können (REINKE und CURTIUS 1897 usw.), welche im günstigsten Falle mit dem Assimilationsprozesse zusammenhängen. In dem regen Bestreben, dieses wichtigste aller biochemischen Probleme seiner Lösung entgegenzuführen, hat man begreiflicherweise auch die Gangbarkeit vieler anderer Wege untersucht; man ist dem Gedanken näher getreten, ob nicht die Kohlensäure selbst mit Reduktionsprodukten zur Bildung organischer Verbindungen in Reaktion treten könne, man hat die Frage aufgeworfen (VAN T'HOFF), ob nicht die Zymase bei Zufuhr von Lichtenergie aus Kohlensäure und Alkohol die Zuckersynthese bewerkstelligen könne, man hat endlich die Erregung elektrischer Veränderungen im assimilierenden Blatt durch das Licht (WALLER 1900—1903) zur Erklärung herangezogen. Ich verzichte darauf, weitere von den zahlreichen Möglichkeiten in bezug auf die

Verarbeitung der Kohlensäure durch die autotrophe Pflanze anzuführen. Es wird in nächster Zukunft eine der gemeinsamen, der wichtigsten und dankenswerten Aufgaben der Chemie und Physiologie sein, den Schleier zu lüften, der, wie Sie gesehen, noch immer diesen imposantesten aller endothermischen Prozesse in der Natur verhüllt.

# Verzeichnis der Pflanzennamen.

# Mitgliederliste.

**(Abgeschlossen am 20. März 1907.)**

---

## Ehrenmitglieder.

**Bornet**, Dr. **E.**, Mitglied des Institut de France in **Paris**, Quai de la Tournelle 27. Erwählt am 17. September 1884.

**Famintzin, A.**, emer. Professor der Botanik, Mitglied der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in **St. Petersburg.** Erwählt am 1. Dezember 1903.

**Hansen**, Dr. **Emil Christian**, Professor und Direktor der physiologischen Abteilung des Carlsberg Laboratoriums in **Kopenhagen.** Erwählt am 24. September 1901.

**Hooker**, Sir **Jos.**, in **The Camp**, **Sunningdale**, Berkshire. Erwählt am 17. September 1883.

**Treub**, Dr. **Melchior**, Direktor des botanischen Gartens in **Buitenzorg** (Java). Erwählt am 24. September 1891.

**de Vries**, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik an der Universität in **Amsterdam**, Parklaan 9. Erwählt am 24. September 1891.

**Warming**, Dr. **Eugen**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Museums, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in **Kopenhagen.** Erwählt am 24. September 1891.

---

## Korrespondierende Mitglieder.

**Balfour**, **J. Bailey**, Professor der Botanik an der Universität in **Edinburg.**

**Beccari**, **Odoardo**, vordem Direktor des botanischen Gartens und botan. Museums in Florenz, z. Z. in Baudino bei **Florenz**, Villa Beccari.

**Bonnier**, Dr. **Gaston**, Mitglied des Institut de France, Professor der Botanik an der Universität in **Paris.**

**Bower**, **F. O.**, Professor der Botanik an der Universität in **Glasgow**, 1. Hillhead, St. Johns Terrace.

**Christ,** Dr. **Hermann,** Oberlandesgerichtsrat in **Basel,** St. Jacobstr. 9.

**Darwin, Francis,** M. B., F. R. S., F. L. S., in **Cambridge** (England), 13 Madingley Road.

**Farlow,** Dr. **W. G.**, Professor der Botanik an der Universität **Cambridge,** Mass. (Vereinigte Staaten).

**Guignard,** Dr. **Léon,** Professor der Botanik an der Ecole supérieure de pharmacie, Mitglied des Institut de France, in **Paris,** 1 rue des Feuillantines.

**Henriques,** Dr. **J. A.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Coimbra** (Portugal).

**King,** Sir **George,** vordem Direktor des botanischen Gartens in Calcutta, in **London.**

**Nathorst,** Dr. **Alfred G.**, Professor und Direktor des phytopaläontologischen Museums, Mitglied der kgl. schwed. Akademie der Wissenschaften, in **Stockholm.**

**Nawashin,** Dr. **S.**, Professor der Botanik in **Kiew.**

**Oliver, Daniel,** Professor der Botanik, Mitglied der Royal Society, in **Kew** bei **London.**

**Prain,** Dr. **David,** Direktor der botanischen Gärten in **Kew** bei London.

**Saccardo,** Dr. **P. A.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Padua.**

**Thaxter,** Dr. **Roland,** Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge,** Mass. (Vereinigte Staaten), 7 Scott Str.

**Van Tieghem, Ph.,** Professor der Botanik, Mitglied des Institut de France in **Paris,** 16 rue Vauquelin.

**Wittrock,** Dr. **V. B.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Museums, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in **Stockholm.**

## Mitglieder[1]).

**Abromeit**, Dr. **Johannes**, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am botan. Garten in **Königsberg i. Pr.**, Tragheimer Kirchenstrasse 15.

**Allen, Charles E.**, Assistant Professor of Botany in the University of Wisconsin in **Madison** Wis., (U. S. A.), 810 St. Johns street.

**Ambronn**, Dr. **H.**, Professor an der Universität und wissenschaftlicher Mitarbeiter an der optischen Werkstätte von CARL ZEISS in **Jena**, Engelstr. 18.

**Anderson**, Dr. **Alexander P.**, Railway Exchange Building, American Cereal Co., in **Chicago**, Ill., (U. S. A.).

**Andrée, Ad.**, Apothekenbesitzer in **Hannover**, Schiffgraben 36.

**Anisits, Daniel**, Professor an der Nationaluniversität in Asuncion (Paraguay), z. Z. in **Steglitz** bei Berlin, Arndtstr. 1.

**Appel**, Dr. **Otto**, Regierungsrat, Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem** bei Berlin, Königin Luise-Str.

**Arcangeli**, Dr. **Giov.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Pisa**.

**Areschoug**, Dr. **F. W. C.**, ehemaliger Professor der Botanik an der Universität Lund, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Stockholm, in **Lund** (Schweden).

**Arnim-Schlagenthin, Graf von**, auf **Nassenheide** in Pommern, Station der Kleinbahn Stoeven-Stolzenburg.

**Arnoldi**, Dr. **Wladimir**, Professor der Botanik an der Universität in **Charkow**, Botanischer Universitätsgarten, Klotschkowskaja 52.

**Ascherson**, Dr. **Paul**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität in **Berlin W.**, Bülowstr. 50, pt.

**Baccarini**, Dr. **Pasquale**, Professor und Direktor des Botanischen Gartens in **Florenz**, Reale Orto botanico, Via Lamarmora Nr. 6$^{bis}$.

**Bachmann**, Dr. **E.**, Professor, Konrektor am Realgymnasium in **Plauen** im Voigtlande, Leissnerstr. 1.

**Bachmann**, Dr. **Hans**, Professor in **Luzern**.

---

1) Die ausserordentlichen Mitglieder sind mit einem * bezeichnet.

**Ball,** Dr. **O. Melville,** Professor in charge, Botanist to the Department of Botany and Mycology, in **College Station,** Texas (U. S. A.).

**Baesecke, P.,** Apotheker in **Marburg a. d. Lahn,** Am Rudolfsplatz 3.

**Barnêwitz, A.,** Professor am VON SALDERN'schen Realgymnasium in **Brandenburg a. H.,** Havelstr. 14, II.

**Bartke, R.,** Oberlehrer an der städtischen Realschule in **Cottbus,** Turnstrasse 7, pt.

**Baur,** Dr. **Erwin,** Privatdozent für Botanik, Assistent am botanischen Institut der Universität in **Berlin NW.,** Dorotheenstr. 5.

**Beck,** Dr. **Günther,** Ritter **von Mannagetta,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens der deutschen Universität, in **Prag** II, Weinberggasse 1965.

**Becker, H.,** Dr. med. in **Grahamstown** (Südafrika), Die Duveneck.

**Beckmann,** Dr. **Paul,** in **Steglitz** bei Berlin, Miquelstr. 6, III.

**Behrens,** Dr. **Joh.,** Professor, Vorstand der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt **Augustenberg** bei **Grötzingen** (Baden).

**Belajeff,** Dr. **W.,** Kurator der Volksaufklärung in **Warschau,** Krakauer Vorstadt (Russland).

**Benecke,** Dr. **W.,** Professor der Botanik an der Univertät in **Kiel,** Bartelsallee 7.

**Berthold,** Dr. **G.,** Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes in **Göttingen.**

**Bessey,** Dr. **Ernst A.,** B. Sc., M. A., Pathologist in charge, in **Miami** (Florida), Subtropical Laboratory.

***Beyer, R.,** Professor, Oberlehrer in **Berlin O.,** Raupachstr. 13, I.

**Bitter,** Dr. **Georg,** Direktor des botanischen Gartens in **Bremen.**

**Blasius,** Dr. **Wilhelm,** Geh. Hofrat, Professor und Direktor des botanischen Gartens und des naturhistorischen Museums in **Braunschweig,** Gaussstr. 17.

**Blumentritt, Fritz,** Gymnasialprofessor in **Budweis.**

**Boergesen, Fr.,** mag. sc., Bibliothekar am botanischen Museum in **Kopenhagen,** Rosenvængets hovedvej 19.

**Bohlin,** Dr. **Knut,** Lektor, Privatdozent der Botanik an der Universität, in **Stockholm,** Asögatan 81.

**Boresch, Karl,** Demonstrator am pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag III,** Brückengasse 55.

**Borzì, A.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens und des pflanzenphysiologischen Instituts der Universität in **Palermo.**

**Brand,** Dr. **Friedrich,** in **München,** Liebigstr. 3.

**Brandes, W.,** Apotheker in **Hannover,** Prinzenstr. 12a.

**Brandis,** Sir **Dietrich,** Professor in Bonn, Kaiserstr. 20, z. Z. Capel, **Kew,** England, Botan. Garten.

**Braungart,** Dr. **R.,** Professor in **München,** Fürstenstr. 18, I.

**Brendel, R.,** Fabrikant botanischer Modelle in **Grunewald** bei Berlin, Bismarck-Allee 37.

**Brick,** Dr. **C.,** Assistent am Botanischen Museum, Leiter der Station für Pflanzenschutz in **Hamburg** V, St. Georgskirchhof 6, I.

**Briosi,** Dr. **Giovanni,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Laboratorio crittogamico in **Pavia.** (Italien.)

**Bruck,** Dr. **Werner,** Assistent am botanischen Institut der Universität in **Giessen,** Grüneberger Str. 17.

**Brunn, Julius,** cand. rer. nat. in **Leipzig,** Beethovenstr. 11, IV r.

**Brunnthaler, Josef,** in **Wien IV. 2,** Johann-Straussgasse 11.

**Bruns,** Dr. **E.,** Apothekenbesitzer in **Barmen-Wichlinghausen.**

**Bubák,** Dr. **Franz,** Professor der Botanik und der Pflanzenkrankheiten an der landwirtschaftlichen Akademie in **Tábor** (Böhmen).

**Bücher,** Dr. **Hermann,** Versuchsanstalt für Landeskultur in **Victoria** (Kamerun).

**Bucherer,** Dr. **Emil,** in **Basel,** Jurastr. 54.

**Buchwald,** Dr. **Johannes,** Abteilungsvorsteher an der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in **Berlin W.,** Würzburger Strasse 14.

**Buder,** Dr. **Johannes,** in **Berlin, S. 59,** Fichtestr. 24.

**Burchard,** Dr. **O.,** Vorstand der agrikulturbotanischen Versuchsstation und Samenprüfungsanstalt in **Hamburg,** 17., Magdalenenstr. 22, z. Z. in **Puerto de Orotava,** La Paz Botanica, Teneriffa, Canarische Inseln. Sendungen an **Otto J. Burchard** in **Hamburg,** Immenberg 15B.

**Burgerstein,** Dr. **Alfred,** ausserordentlicher Professor der Botanik an der Universität in **Wien** II, Taborstr. 75.

**Burtt,** Dr. **A. H.,** Director of the Botanical Laboratory and Scientific Department in **York** (England). Adresse: **J. Backhouse** and Son, **London,** The Nurseries. York.

**Buscalioni,** Dr. **Luigi,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Catania** (Sicilien).

**Büsgen,** Dr. **M.,** Professor der Botanik an der Forstakademie in **Hann. Münden,** Bismarckstr. 606a.

**Busse,** Dr. **Walter,** Regierungsrat, Privatdozent der Botanik an der Universität Berlin, in **Friedenau** bei Berlin, Kaiser-Allee 65.

**Campbell,** Dr. **Douglas H.,** Professor der Botanik an der Leland Stanford Junior University in **Palo Alto,** Kalifornien (U. S. A.).

**Cavara,** Dr. **Fridiano,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Neapel,** Reale Orto botanico.

**Cavet,** Dr. **Louis,** Königlicher Garteninspektor in **Wiesbaden,** Parkstr. 42.

**Čelakovský,** Dr. **Ladislav,** honor. Dozent der Botanik an der böhmischen technischen Hochschule in **Prag,** Kgl. Weinberge, Kollárova ulice 17.

**Chamberlain,** Dr. **Charles,** Associate in Botany, in **Chicago,** Ill., (U. S. A.), University.

**Chodat,** Dr., Professor der Botanik an der Universität in **Genf.**
**Christensen, Carl,** mag. scient. in **Kopenhagen.**
**Claussen,** Dr. **Peter,** in **Berlin NW. 7,** Dorotheenstr. 5, I.
**Colling,** Dr. **J. F.,** in **Bonn,** Weberstr. 26, I.
**Conwentz,** Dr. **H.,** Professor, Direktor des Westpreussischen Provinzial-Museums Staats-Unterkommissar für Naturdenkmalpflege in **Danzig.**
**Correns,** Dr. **Carl E.,** Professor der Botanik in **Leipzig,** Talstr. 6, III.
**Czapek,** Dr. **Friedrich,** Professor der Botanik an der Universität in **Czernowitz** (Österreich), Botanisches Institut der Universität.

***Dalla Torre,** Dr. **von,** Professor an der Universität in **Innsbruck,** Claudiastr. 6, II.
**Dalmer,** Dr. **Moritz,** Gymnasialoberlehrer in **Tannenfeld** bei Möbdenitz (Sachsen-Altenburg).
**Damm,** Dr. **Otto,** städtischer Lehrer in **Charlottenburg,** Rückerstrasse 6.
**Darbishire,** Dr. **O. V.,** in **Manchester** (England), Owens College.
**Davis,** Dr. **Bradley Moore,** in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.) 17 Felton Hall.
**Dennert,** Dr. **E.,** in **Godesberg a. Rhein.**
**Detmer,** Dr. **W.,** Professor der Botanik an der Universität in **Jena,** Gartenstr. 2.
**Derschau,** Dr. **Max von,** in **Auerbach** an der Bergstrasse (Hessen).
**Diels,** Dr. **L.,** Professor, Privatdozent der Botanik; z. Zt. in **Marburg i. Hessen.**
***Dietel,** Dr. **P.,** Oberlehrer in **Zwickau,** Carolastr. 19.
**Dingler,** Dr. **Hermann,** Professor der Botanik an der forstlichen Hochschule in **Aschaffenburg** (Bayern).
**Dohrn,** Dr. **A.,** Geheimer Regierungsrat, Professor und Direktor der zoologischen Station in **Neapel.**
**Drude,** Dr. **Oskar,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des botanischen Gartens in **Dresden,** Botanischer Garten.
**Duggar,** Dr. **M. Benjamin,** Professor der Botanik an der Missouri-Universität in **Columbia,** Mo. (U. S. A.).
**Dusén,** Dr. **P.,** in **Berg** bei Vreta Kloster, Östergotland in Schweden.

**Eberdt,** Dr. **Oskar,** Kustos und Bibliotheksvorstand an der Geologischen Landesanstalt zu Berlin, **Grunewald** bei Berlin, Lynarstr. 10.
***Ebermayer,** Dr. **E.,** Geh. Hofrat, Professor in **München.**
**Edwall,** Dr. **Gustavo,** in **São Paulo,** E. U. do Brasil, Commissão Geographica e Geologica.
**Engler,** Dr. **A.,** Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens und Museums, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Dahlem** bei Berlin, Neuer botanischer Garten, Altensteinstr. 4.

**Ernst**, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik und Direktor des botanisch-physiologischen Laboratoriums der Universität in **Zürich, IV**, Sonneggstrasse 61.

**Escombe, Fergusson**, Professor in **Shawford**, Winchester, England.

**Esser**, P. **HJ.** (S. V. D.), Lehrer der Anatomie und Physiologie der Pflanzen in **St. Gabriel** bei Mödling-Wien.

**Esser**, Dr. **P.**, Direktor des Botanischen Gartens in **Cöln.**

**Ewert**, Dr., Lehrer der Botanik und Leiter der botanischen Abteilung der Versuchsstation des pomologischen Instituts in **Proskau** (Oberschlesien).

**Faber**, Dr. **F. C. von**, Hilfsarbeiter an der Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in Dahlem bei **Steglitz.**

**Falkenberg**, Dr. **Paul**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Rostock.**

**Farmer**, **J. B.**, M. A., Professor der Botanik in **London W.**, Claremont House, Wimbledon Common.

**Fedde**, Dr. **Friedrich**, Oberlehrer in **Wilmersdorf** bei Berlin, Weimarische Strasse 3.

**Fedtschenko, Boris von**, Oberbotaniker am botanischen Garten in **St. Petersburg.**

**Figdor**, Dr. **W.**, Privatdozent an der Universität in **Wien** III, Beatrixgasse 27.

**Fischer**, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik in **Basel**, Botanischer Garten.

**Fischer**, Dr. **Ed.**, Professor der Botanik in **Bern**, Rabbenthalstr. 79.

**Fischer**, Dr. **Hugo**, Privatdozent der Botanik, Vorsteher der bakteriologischen Abteilung an der agrikultur-chemischen Versuchsstation in Berlin, in **Charlottenburg**, Marchstr. 15.

**Fischer von Waldheim**, Dr. **Alexander**, kais. russischer Geheimer Rat, Exzellenz, emerit. ordentl. Professor der Botanik, Direktor des kaiserlichen botanischen Gartens in **St. Petersburg.**

**Fitting**, Dr. **Hans**, Privatdozent und Assistent am botanischen Institut in **Tübingen**, Lisztstrasse 14, II.

**Flahault**, Dr. **Charles**, Professeur de l'Université, Directeur de l'Institut de Botanique in **Montpellier.**

**Focke**, Dr. **W. O.**, in **Bremen**, Beim Steinernen Kreuz 5.

**Forti**, Dr. **Achille**, in **Verona**, Via S. Eufemia.

**Foslie**, **M.**, Direktor der botanischen Abteilung des Museums in **Trondhjem** in Norwegen.

**Fritsch**, Dr. **Karl**, Professor der Botanik und Vorstand des botanischen Laboratoriums an der Universität in **Graz** (Steiermark), Alberstr. 19.

**Fritsch**, Dr. **E. F.**, Assistant Professor der Botanik an der Universität London (University College) in **London NW.**, Prout Grove, Neasden.

**Fuchs,** Dr. **Coelestin Anton,** Professor, Pater am Gymnasium in **Komotau** (Böhmen).

**Fünfstück,** Dr. **Moritz,** Professor der Botanik an der Technischen Hochschule in **Stuttgart,** Ameisenbergstr. 7.

**Fürnrohr,** Dr. **Heinrich,** Hofrat, Vorstand der botanischen Gesellschaft in **Regensburg.**

**Fujii,** Dr. **K.,** Professor der Botanik in **Tokio,** Botanisches Institut der Universität. Botanischer Garten.

**Fynn,** Dr. **Enrique,** Professor der Chemie an der Universität und Direktor der landwirtschaftlichen Abteilung des argentinischen Ministeriums in **Buenos Aires,** Granja Blanca, Cangaelo 3270/80 y Laprida.

**Gaidukov, N.,** z. Z. in **Jena,** Jahnstr. 14, I.

**Gardiner, Walter,** M. A., Chane College in **Cambridge** (England), St. Andrews, Hill Road.

**Gassner,** Dr. **Gustav,** Professor der Botanik an der Universität in **Montevideo.**

***Geheeb, A.,** in **Freiburg i. Br.,** Baseler Str. 32, I.

**Geisenheyner, L.,** Gymnasialoberlehrer in **Kreuznach.**

**Gibson,** Dr. **R. J. Harvey,** Professor der Botanik in **Liverpool,** Botanisches Institut, University College.

**Giesenhagen,** Dr. **Karl,** Professor der Botanik, in **München,** Karlstr. 29, I.

**Giessler,** Dr. **Rudolf,** Kustos am botan. Institut in **Leipzig,** Sidonienstr. 19.

**Gilg,** Dr. **Ernst,** Professor der Botanik an der Universität, Kustos am botan. Museum, in **Steglitz** bei Berlin, Arndtstr. 34.

**Gjurašin,** Dr. **Stjepan,** Professor am Mädchenlyceum in **Agram** (Croatien). Zagreh.

**Glück,** Dr. **Hugo,** Professor der Botanik in **Heidelberg,** Brückenstr. 18, I.

**Gobi,** Dr. **Chr.,** Exzellenz, Professor der Botanik an der Universität in **St. Petersburg,** Wassilii Ostrow, 9. Linie, 46, Qu. 34.

**Goebel,** Dr. **K.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens, sowie des pflanzenphysiologischen Institutes in **München,** Luisenstr. 27, II.

**Goethart,** Dr. **J. W. Chr.,** Konservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Niederlande), Rijn-Schickade 78.

**Goodale,** Dr. **George Lincoln,** Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.).

**Graebner,** Dr. **P.,** Kustos am botanischen Garten in Dahlem, in **Gross-Lichterfelde** bei Berlin, Victoriastr. 8.

**Grafe,** Dr. **Victor,** Dozent der Botanik an der Universität in **Wien,** VIII, Hamerlingplatz 9.

**Gran,** Dr. **H.,** Professor der Botanik an der Universität in **Christiania,** Botanisches Institut.

**Grosser,** Dr. **Wilhelm,** Direktor der agrikulturbotanischen Versuchsstation in **Breslau** X, Matthiasplatz 1.

**Grüss**, Dr. **J.**, Professor, Oberlehrer, in **Friedrichshagen** bei Berlin, Königstr. 5.

**Gürke**, Dr. **M.**, Professor, Kustos am botan. Museum, Herausgeber der Monatsschrift für Kakteenkunde, in **Steglitz** bei Berlin, Rothenburgstr. 30, II.

**Gürtler**, Dr. **Friedrich**, in **Steglitz** bei Berlin, Kieler Str. 4, II.

**Guttenberg**, Dr. **Hermann Ritter von**, Assistent am botanischen Institut der Universität in **Graz** (Steiermark).

**Haacke**, Dr. **Otto**, Realgymnasialoberlehrer in **Plauen i. V.**, Streits Berg.

**Haberlandt**, Dr. **G.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Graz**, Elisabethstr. 18.

**Hallier**, Dr. **Hans**, Assistent am Hamburgischen Botanischen Museum und am Botanischen Laboratorium für Warenkunde in **Hamburg, 24**, Hohenfelder Strasse 17 I.

**Hämmerle**, Dr. **J.**, Oberlehrer an der höheren Staatsschule in **Döse** bei Cuxhaven, Strichweg 29b.

**Hanausek**, Dr. **T. F.**, Professor, Gymnasialdirektor in **Krems** an der Donau.

**Hannig**, Dr. **E.**, Privatdozent der Botanik, Assistent am botanischen Institut der Universität in **Strassburg i. Els.**, Botanisches Institut.

**Hansen**, Dr. **Adolf**, Professor der Botanik, Direktor des botanischen Gartens in **Giessen**.

**Harms**, Dr. **H.**, Professor, wissenschaftlicher Beamter der königlichen Akademie der Wissenschaften, in **Schöneberg**-Berlin, Erdmannstrasse 3.

**Harper**, **R. A.**, Professor an der Universität in **Madison**, Wis. (U. S. A.), 423 N. Carroll Street.

**Hartwich**, Dr. **C.**, Professor der Pharmakognosie am Polytechnikum in **Zürich**.

**Haupt**, Dr. **Hugo**, in **Bautzen**, Georgstr. 13.

**Hausrath**, Dr. **Hans**, Professor an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe**, Kaiserstr. 12.

**Hecke**, Dr. **Ludwig**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien** XIX, Hochschulstr. 17.

**Heering**, Dr. **W.**, in **Altona**, Waterloostr. 14, I.

**Hegi**, Dr. **Gustav**, Privatdozent der Botanik an der Universität, Kustos am Botanischen Garten in **München**.

**Heinricher**, Dr. **E.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens der Universität in **Innsbruck**.

**Heinsius**, Dr. **H. W.**, in **Amsterdam**, Vondelkerkstraat 10.

**Hering**, Dr. **Georg**, in **Zittau i. S.**, Eckartsbergerstr. 9.

**Herpell**, **Gustav**, in **St. Goar**.

**Herrmann**, **E.**, Königl. Regierungs- und Forstrat in **Langfuhr** bei Danzig, Kastanienweg 8.

**Hesse,** Dr. **Rud.,** Direktor der landwirtschaftlichen Winterschule in **Marburg i. H.,** Barfüsserthor 26.

**Hesselmann,** Dr. **H.,** Dozent an der Universität in **Stockholm,** Högskola.

**Heukels, H.,** Lehrer an der Realschule in **Amsterdam,** Weesperzijde 81.

**Heydrich, F.,** Rentner in **Wiesbaden,** Lortzingstr. 4.

**Hieronymus,** Dr. **Georg,** Professor, Kustos am botanischen Museum zu Dahlem, in **Steglitz,** Grünewaldstr. 27.

**Hildebrand,** Dr. **F.,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Freiburg** in Baden.

**Hillmann,** Dr. **P.,** Vorstand der Saatzuchtabteilung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in **Berlin SW. 11,** Dessauer Strasse 14.

**Hiltner,** Dr., Regierungsrat, Direktor der agrikulturbotanischen Versuchsanstalt **München-Schwabing,** Osterwaldstrasse. 9.

**Hinneberg,** Dr. **P.,** in **Altona-Ottensen,** Flottbeker Chaussee 29.

**Hinze,** Dr. **G.,** in **Zerbst,** Markt 15.

**Hobein,** Dr. **M.,** Chemiker in **München,** Gabelsbergerstr. 76a.

**Höck,** Dr. **Fernando,** Professor am Realgymnasium in **Perleberg,** Pritzwalker Strasse 22.

***Hoffmann,** Dr. **Ferd.,** Oberlehrer in **Charlottenburg,** Spandauer Strasse 6.

**Hoffmeister,** Dr. **Camill,** Leiter der Versuchsstation für Flachsindustrie in **Trautenau.**

**Höhnel,** Dr. **Fr.,** Ritter **von,** Professor an der technischen Hochschule in **Wien, IV,** Karlsplatz 13.

**Hollrung,** Dr. **M.,** Professor, in **Halle a. S.,** Kaiserstr. 7.

**Holtermann,** Dr. **Carl,** Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin NW.,** Dorotheenstr. 5.

***Horn, Paul,** Apotheker in **Waren** (Mecklenburg).

**Hosseus,** Dr. **Kurt,** z. Z. auf Reisen. Sendungen an Herrn LUDWIG HOSSEUS, **Bad Reichenhall.**

**Hunger,** Dr. **F. W. T.,** Direktor der Algemeen Proefstation, **Jalatiga** (Java).

**Iltis,** Dr. **Hugo,** in **Brünn,** Franz Josephstr. 30.

**Jaap, O.,** Lehrer in **Hamburg, 25,** Burgstrasse 52.

**Jahn,** Dr. **Eduard,** Oberlehrer in **Charlottenburg,** Holtzendorffstr. 17.

**Japp, R. H.,** Professor am University College of Wales in **Aberystwyth** (England).

**Jensen, Hjalmar,** in **Buitenzorg** auf Java, 's Lands Plantentuin.

**Johannsen,** Dr. **W.,** Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen,** Botanischer Garten.

**Johnson,** Dr. **T.,** F. L. S., Professor der Botanik am Royal College of Science und Kustos der botanischen Sammlungen des Nationalmuseums in **Dublin.**

**Jones, Charles E.,** B. Sc., Royal College of Science, South Kensington, **London SW.,** Imperial Institute.

**Jongmans**, Dr. **Wilhelm**, in **Leiden** (Holland), Breetstraat 137. Botanisches Institut.

**Jönsson**, Dr. **Bengt**, Professor der Botanik und Direktor des morphologisch-biologischen Museums in **Lund** (Schweden).

**Jost**, Dr. **Ludwig**, Professor der Botanik in **Strassburg i. Els.**, Ruprechtsau, Adlergasse 12.

**Issatschenko, Boris**, Privatdozent der Botanik an der Universität, Vorsteher der Samenprüfungsstation in **St. Petersburg**, Kaiserl. Botan. Garten.

***Istvánffi**, Dr. **Gyula von** (**Schaarschmid, J.**), Direktor der ungarischen ampelologischen Centralanstalt, in **Budapest** II, Törökvész, Debrői út 13.

**Kabát**, **Jos. Em.**, emeritierter Zuckerfabrikdirektor in **Turnau** 544 (Böhmen).

**Kamerling**, Dr. **Z.**, in **Weltevreden** bei Batavia (Java).

**Kamberský**, Dr. **O.**, Vorstand der landwirtschaftlichen Versuchs- und Samenkontrollstation in **Troppau.**

**Karsten**, Dr. **George**, Professor der Botanik an der Universität in **Bonn**, Arndtstr. 20.

**Katitsh**, Dr. **Danilo**, Professor, Gymnasialoberlehrer in **Serbien** (Serbien).

**Kegel**, Dr. **Werner**, in **Bremen**, Mendestr. 22.

**Keller**, Dr. **Robert**, Rektor in **Winterthur**, Trollstr. 32.

**Kienitz-Gerloff**, Dr. **F.**, Professor in **Weilburg**, Reg.-Bez. Wiesbaden.

**Knischewsky**, Dr. **Olga**, in **Marienfelde** bei Berlin, Emilienstr. 10.

**Kirchner**, Dr. **O.**, Professor der Botanik an der landwirtschaftlichen Hochschule in **Hohenheim** bei Stuttgart.

**Klebahn**, Dr. **H.**, Professor, in **Hamburg 30**, Hoheluftchaussee 124.

**Klebs**, Dr. **Georg**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Heidelberg.**

**Klein**, Dr. **Edmund**, Professor in **Luxemburg**, Äusserer Ring 20.

**Klein**, Dr. **Jul.**, Professor am Josephs-Polytechnikum in **Budapest.**

**Klein**, Dr. **Ludwig**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe** in Baden, Kaiserstr. 2 (Botanisches Institut).

**Klemm**, Dr. **P.**, in **Gautzsch** bei Leipzig, Bauverein.

**Kneucker**, **A.**, Redakteur der Allgemeinen botanischen Zeitschrift in **Karlsruhe i. B.**, Werderplatz 48.

**Kniep**, Dr. **Hans**, in **Freiburg i. B.**, Botanisches Institut der Universität.

**Knuth**, Dr. **Reinhard**, Oberlehrer in **Wilmersdorf** bei Berlin, Wilhelmsaue 12, IV.

**Kny**, Dr. **L.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik, Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität und des botanischen Institutes der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, **Wilmersdorf**-Berlin, Kaiser-Allee 186/187.

**Koch,** Dr. **Alfred,** Professor, Direktor des landwirtschaftlich-bakteriologischen Institutes an der Universität Göttingen, Herausgeber des Jahresberichtes über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen, in **Göttingen,** Schildweg 13.

**Koch,** Dr. **L.,** Professor der Botanik an der Universität in **Heidelberg,** Sophienstr. 25.

**Koehne,** Dr. **E.,** Professor, in **Friedenau** bei Berlin, Kirchstr. 5.

**Kohl,** Dr. **F. G.,** Professor in **Marburg a. L.,** Renthofstr. 12.

**Kolkwitz,** Dr. **Richard,** Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, wissenschaftliches Mitglied der Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung, in **Charlottenburg,** Schillerstr. 75.

**Koernicke,** Dr. **Max,** Privatdozent der Botanik und Assistent am botan. Institut der Universität in **Bonn,** Bonner Talweg 45.

**Korschelt,** Dr. **P.,** Oberlehrer am königl. Realgymnasium in **Zittau i. S.,** Königsstr. 21.

**Krasser,** Dr. **Fridolin,** Professor, Privatdozent der Botanik in **Klosterneuburg** bei Wien, Wiener Str. 54.

**Kraus,** Dr. **C.,** Professor an der Technischen Hochschule in **München,** Klinikstr. 12, I.

**Kraus,** Dr. **Gregor,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Würzburg,** Luisenstr. 45, I.

**Krause, Kurt,** Assistent am Königl. Botanischen Museum in **Berlin.**

**Kroemer,** Dr. **Karl,** Dirigent der pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**

**Krüger,** Dr. **Friedrich,** Professor, Hilfsarbeiter an der Biologischen Anstalt zu Dahlem, in **Gross-Lichterfelde** bei Berlin, Hobrechtstrasse 36.

**Krull, Rudolph,** Apotheker in **Breslau,** Gneisenauplatz 9, II.

**Kuckuck,** Dr. **Paul,** Professor, Kustos für Botanik an der Biologischen Anstalt auf **Helgoland.**

**Kuegler,** Dr., Marine-Oberstabsarzt I. Kl. a. D. in **Charlottenburg,** Knesebeckstrasse 85.

**Kühn,** Dr. **Jul.,** Exzellenz, Wirklicher Geheimer Rat, Professor der Landwirtschaft und Direktor des landwirtschaftlichen Institutes der Universität in **Halle a. S.**

**Kumm,** Dr., Professor an der Technischen Hochschule und Kustos am Westpreussischen Provinzial-Museum in **Danzig**-Langfuhr, Hauptstrasse 89.

***Kündig,** Dr. **J.,** Dozent an der Universität, in **Mikasa,** Zollikon bei Zürich.

**Kurtz**, Dr. **Fritz**, Professor der Botanik, Direktor des botanischen Museums an der Universität und Mitglied der Academia nacional de ciencias in **Córdoba** (Argentinische Republik).

**Küster**, Dr. **Ernst**, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Halle a. S.**, Botan. Institut im Botanischen Garten, Bismarckstrasse 2.

**Lagerheim**, Dr. **G. von**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Institutes in **Stockholm N.**, Stockholms Högskola.

**Lakowitz**, Dr. **C.**, Professor, Oberlehrer in **Danzig**, Frauengasse 26.

**Landauer**, **Robert**, Privatier in **Würzburg**, Gesundbrunnen.

**Landé**, **Max**, cand. phil. in **Berlin NW. 23**, Händelstr. 3, z. Zt. in **Zürich.**

**Laubert**, Dr. **R.**, Botaniker an der Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Steglitz**, Düppelstr. 39, III.

**Lauterbach**, Dr. **C.**, Rittergutsbesitzer auf **Stabelwitz** bei Deutsch-Lissa.

**Laux**, Dr. **Walther**, Apothekenbesitzer in **Berlin C.**, Prenzlauer Str. 45a.

**Lehmann**, Dr. **Ernst**, in **Dresden-A.**, Seidnitzer Platz 7, I.

**Leiblinger**, Dr. **Gustav**, in **Czernowitz** (Bukowina), Priestergasse 5.

**Leisering**, Dr. **Bruno**, in **Berlin S. 59**, Grimmstr. 28.

**Lemcke**, Dr. **Alfred**, Assistent an der landwirtschaftlichen Versuchsstation in **Königsberg i. Pr.**, Köttelstr. 11.

**Lemmermann**, **E.**, Seminarlehrer, wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am Städtischen Museum in **Bremen**, Celler Str. 41.

**Leschnitzer**, Dr. **O.**, Apothekenbesitzer in **Posen**, Wilhelmplatz 13.

**Liebenberg**, Dr. **Ad.** Ritter **von**, Hofrat, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien** XIX, Hochschulstr. 24.

**Lindau**, Dr. **Gustav**, Professor, Privatdozent der Botanik, Kustos am botanischen Museum zu Dahlem. Privatadresse: **Gross-Lichterfelde W.**, Roonstr. 5, I.

**Lindemuth**, **H.**, kgl. Garteninspektor und Dozent an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin NW. 7**, Dorotheenstrasse, Universitätsgarten.

**Lindner**, Dr. **Paul**, Professor in **Berlin N. 65**, See- und Torfstrassen-Ecke, Institut für Gärungsgewerbe.

**Linhart**, Dr. **Georg**, Professor an der ungarischen landwirtschaftlichen Akademie in **Ungarisch-Altenburg.**

**Linsbauer**, Dr. **Karl**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institute der Universität in **Wien XIX**, Hartäckerstr. 26.

**Lloyd**, **L. G.**, The Lloyd Library, **Cincinnati**, O., (U. S. A.), 224 West Court Street.

**Loesener**, Dr. **Th.**, Kustos am botanischen Museum zu Dahlem, in **Steglitz**, Humboldtstr. 28.

**Loew**, Dr. **E.**, Professor in **Berlin SW.**, Grossbeerenstr. 67, III.

**London, S.,** Privatier in **Berlin W. 15,** Fasanenstr. 53/54.

**Lopriore,** Dr. **Giuseppe,** Privatdozent der Botanik an der Universität und Professor an der Scuola di Enologia in **Catania** (Sicilien), Piazza Cavour 8.

**Ludwig,** Dr. **Alfred,** in **Strassburg i. Els.,** Illring 4.

**Luerssen,** Dr. **Chr.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Königsberg i. Pr.**

**Luxburg, Hermann, Graf zu,** in **Würzburg,** Sanderglacisstr. 25.

**Mac Kenney,** Dr. **Randolph E. B.,** Professor, Pflanzenphysiologe am Department of Agriculture und Assistant-Professor an der Columbian University in Washington DC., Adresse: **Philadelphia, Pa.** (U. S. A.), 3320 N., 15th Street.

**Mac-Owan, P.,** Professor, em. Governments Botanik in **Grahmanstown** (Südafrika).

**Mac-Leod,** Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Gent** (Belgien).

**Magnus,** Dr. **P.,** Professor der Botanik an der Universität in **Berlin W.,** Blumes Hof 15.

**Magnus,** Dr. **Werner,** Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Universität und am botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W.,** Am Karlsbad 3.

**Maire, R.,** Préparateur de la Faculté des sciences de l'Université de **Nancy.**

**Marloth,** Dr. **Rudolf,** in **Kapstadt** (Süd-Afrika), P. O. box 359.

**Marsson,** Dr. **Maximilian,** Professor, in **Berlin W. 30,** Landshuter Str. 28.

**Mattirolo,** Dr. **O.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Turin,** Valentino.

**Mäule,** Dr. **C.,** Professor am Gymnasium in **Cannstatt-Stuttgart,** Ludwigstrasse 17.

**Maurizio,** Dr. **A.,** Privatdozent in **Zürich,** Weinbergstr. 116.

**Meyer,** Dr. **Arthur,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Marburg a. L.,** Biegenstr. 38.

**Mez,** Dr. **C.,** Professor der Botanik in **Halle a. S.,** Botanisches Institut.

**Miehe,** Dr. **Hugo,** Privatdozent der Botanik, Assistent am botan. Institute in **Leipzig-Reudnitz,** Oststr. 8, I.

***Migula,** Dr. **W.,** Professor der Botanik an der Forstlehranstalt in **Eisenach,** Sophienstr. 7.

**Mikosch,** Dr. **C.,** Professor an der Technischen Hochschule in **Brünn.**

**Mildbraed,** Dr. **K.,** Assistent am botanischen Museum in Dahlem bei Berlin, **Charlottenburg,** Berliner Str. 106.

**Miliarakis,** Dr. **S.,** Professor an der Universität in **Athen,** Rue Didot 12A.

**Minks,** Dr. **Arthur,** Arzt in **Stettin,** Deutsche Strasse 58, II.

**Miyake**, Dr. **Kiichi**, in **Kioto** (Japan), Doshisha College.

**Miyoshi**, Dr. **Manabu**, Professor der Botanik an der Universität zu **Tokio**, Botanisches Institut der Universität.

**Möbius**, Dr. **M.**, Professor, Direktor des botanischen Gartens in **Frankfurt a. M.**, Königsteiner Str. 52.

**Möller**, Dr. **Alfred**, Professor, Oberforstmeister, Direktor der Forstakademie in **Eberswalde**, Donopstr. 16.

**Moeller**, Dr. **Herm.**, Professor der Botanik in **Greifswald**, Brinkstrasse 75.

***Moeller**, **J. D.**, Präparator für Mikroskopie in **Wedel**, Holstein.

**Moewes**, Dr. **Franz**, in **Berlin S.**, Schleiermacherstr. 4, III.

**Molisch**, Dr. **Hans**, Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen und Vorstand des pflanzenphysiologischen Institutes an der deutschen Universität in **Prag, II**, Weinberggasse 3a.

**Mrazek**, **August**, stud. phil. in **Prag, III**, Wendische Gasse Nr. 346.

**Mücke**, **Manfred**, cand. rer. nat. in **Erfurt**, Wilhelmstr. 36.

**Müller**, Dr. **Carl**, Professor, Dozent für Botanik an der Technischen Hochschule und Vorstand der pflanzenphysiologischen Abteilung der Gärtnerlehranstalt zu Dahlem, Sekretär der Deutschen Botanischen Gesellschaft, in **Steglitz** bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II.

**Müller**, Dr. **Julius**, in **Ziegenhals**, **O.-S.**, Promenadenstr. 24, II.

**Müller**, Dr. **Otto**, Schatzmeister der D. B. G., in **Tempelhof** bei Berlin, Blumenthalstr. 1.

**Müller-Thurgau**, Dr. **Herm.**, Professor und Direktor der deutsch-schweizerischen Versuchsstation für Obst-, Wein- und Gartenbau in **Wädensweil** bei Zürich.

**Müller**, Dr. **Rudolf**, Professor für Pharmakognosie an der Universität in **Graz** (Steiermark), Universitätsplatz 4.

**Muth**, Dr. **F.**, in **Oppenheim a. Rh.**

**Nabokich**, Dr. **A. J.**, Professor an der Universität in **Odessa** (Russland), Agronomisches Laboratorium.

**Neger**, Dr. **F. W.**, Professor der Botanik an der Forstakademie **Tharand** in Sachsen.

**Němec**, Dr. **Bohumil**, Professor der Botanik an der böhmischen Universität in **Prag**, Slupy 433.

**Nestler**, Dr. **A.**, Professor der Botanik, Oberinspektor der Untersuchungsanstalt für Lebensmittel an der deutschen Universität in **Prag**, Wenzelsplatz 53.

**Nevinny**, Dr. **Joseph**, Professor in **Innsbruck**.

**Niedenzu**, Dr. **F.**, Professor am Lyceum Hosianum in **Braunsberg** (Ostpreussen).

**Niemann**, **G.**. Lehrer in **Magdeburg**.

**Nienburg**, **Wilhelm**, in **Friedenau** bei Berlin, Hauffstr. 14, III.

**Nilsson**, Professor in **Svalöf** (Schweden).

**Nobbe**, Dr. **F.**, Geheimer Hofrat, emerit. Professor der Botanik und Direktor des forstakademischen Gartens in **Tharand.**

**Noll**, Dr. **F.**, Professor der Botanik an der landwirtschaftl. Akademie und ausserordentlicher Professor an der Universität in **Bonn**, Endenicher Allee 32.

**Nordhausen**, Dr. **Max**, Privatdozent der Botanik in **Kiel**, Botanisches Institut, Feldstr. 4.

**Oliver**, **Francis Wall**, Professor der Botanik an dem University College in **London**, 2 the Vale, Chelsea, S. W.

**Oltmanns**, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik, Redakteur der Botan. Zeitung II, in **Freiburg i. B.**, Belfortstr. 26.

**Orth**, Dr. **A.**, Geheimer Regierungsrat, Professor und Direktor des agronomisch-pedologischen Institutes der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W.**, Ziethenstr. 6 b.

**Ostenfeld**, Dr. **C.**, Inspektor des Botanischen Museums in **Kopenhagen, K.** Aabenraa 31.

***Osterwald**, **Carl**, Professor am Lessinggymnasium in **Berlin NW. 52**, Spenerstr. 35.

**Oven**, Dr. **E. von**, in **Berlin, W. 57**, Yorkstr. 48, I.

**Overton**, Dr. **J. B.**, Professor am Botanical Department der Universität von Wisconsin in **Madison**, Wisc. (U. S. A.), Science Building.

**Paeckelmann**, **Wolfgang**, wissenschaftlicher Hilfslehrer in **Elberfeld**, Brüningstr. 16.

**Palla**, Dr. **Eduard**, Professor an der Universität in **Graz**, Schubertstr. 21. Botanisches Institut.

**Pammel**, **L. H.**, M. S., B. Agr., Professor der Botanik an dem Iowa College of Agriculture in **Ames**, Iowa (U. S. A.).

**Pantanelli**, Dr. **Enrico**, in **Rom**, Via Panisperna 89B, Botanisches Institut.

**Paul**, Dr. **Hermann**, Assistent an der bayerischen Moorkulturanstalt in **München**, Kellerstr. 22a.

**Pax**, Dr. **Ferdinand**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens in **Breslau.**

**Pazschke**, Dr. **O.**, in **Dresden-N.**, Forststr. 29, I.

**Peirce**, Dr. **George James**, Assistant Professor of Botany and Plant Physiology an der Leland Stanford Junior University in **Palo Alto** bei San Francisco in Kalifornien (U. S. A.).

**Penzig**, Dr. **Otto**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Genua**, Corso Dogali Nr. 1.

**Perkins**, Frl. Dr. **Janet**, in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin, Königin Luise-Strasse 6/8. Botanisches Museum.

**Perring**, **W.**, Inspektor des botanischen Gartens in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin, Botanischer Garten.

**Peter**, Dr. **A.**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens in **Göttingen**, Untere Karspüle 2.

**Peters**, Dr., **Leo**, Botaniker an der Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Steglitz**, Schlossstr. 41.

**Pfeffer**, Dr. **W.**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Institutes und Botan. Gartens in **Leipzig**.

**Philippi**, **Federico**, Professor der Botanik, Director del Museo Nacional in **Santiago** (Chile).

**Philipps**, **W. Reginald**, M. A., D. Sc., Professor am University College in **Bangor** (Wales), England.

**Pilger**, Dr. **R.**, Assistent am botan. Garten, in **Charlottenburg**, Hardenbergstr. 37.

**Pirotta**, Dr. **R.**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Institutes in **Rom**, Via Panisperna 89B.

**Pomorski**, **J.**, Professor der Agrikulturchemie, Direktor der landwirtschaftlichen Versuchsstation in **Dublany** bei Lemberg.

**Porsch**, Dr., **Otto**, Privatdozent und Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Wien**, **III**, Botanischer Garten, Rennweg 14.

**Porsild**, **Morten**, mag. sc., in **Kopenhagen**, Botanisk Have.

**Portheim**, **Leopold Ritter von**, Leiter der Biologischen Versuchsanstalt in **Wien VII**, Burggasse 100a.

**Potonié**, Dr. **H.**, Professor, Landesgeologe, Redakteur der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift" in **Gross-Lichterfelde**-West bei Berlin, Potsdamer Strasse 35.

**Potter**, **M. C.**, M. A., Professor der Botanik am Durham College of Science in **Newcastle upon Tyne**, 14 Highbury, West Jesmond.

**Poulsen**, Dr. **Viggo A.**, Professor für pharmazeutische Botanik an der Universität in **Kopenhagen**, V., Rosenvængets hovedvej 29.

**Preuss**, **Hans**, Lehrer in **Danzig**, Gartengasse 1.

**Pringsheim**, Dr. **Ernst**, in **Breslau**, IX, Göppertstr. 6/8.

**Puriewitsch**, Dr. **Konstantin**, Professor der Botanik an der Universität **Kiew**, Botanisches Institut.

**Raatz**, Dr. **Wilhelm**, an der Zuckerfabrik **Klein-Wanzleben** bei **Magdeburg**.

**Raciborski**, Dr. **M. von**, Professor der Botanik an der landwirtschaftlichen Akademie und Direktor des botanischen Gartens in **Dublany** bei Lemberg (Österreich).

**Radlkofer**, Dr. **L.**, Professor der Botanik an der Universität, Vorstand des botanischen Museums (Herbariums), Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **München**, Sonnenstr. 7, I.

**Rehder**, **Alfred**, in **Waldenburg** in Sachsen.

**Rehsteiner**, Dr. **Hugo**, Apotheker in **St. Gallen**.

**Reiche**. Dr. **Carlos**, Chef der botanischen Section des Museo Nacional in **Santiago** (Chile), cas. 2105.

**Reinhardt,** Dr. **M. Otto,** Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin N.,** Elsasser Strasse 31, Portal II.

***Reinitzer, Friedrich,** Professor an der Technischen Hochschule in **Graz** (Steiermark).

**Reinke,** Dr. **Joh.,** Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Kiel,** Düsternbrook 17.

**Reinsch,** Dr. **P. F.,** in Erlangen.

**Remer,** Dr. **Wilhelm,** in **München,** Prinzenstr. 13.

***Richter,** Dr. **P.,** Oberlehrer in **Lübben** in der Lausitz.

**Richter, Paul,** Oberlehrer in **Leipzig,** Talstr. 12b.

**Richter,** Dr. **Oswald,** Privatdozent der Botanik und Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag, II,** Weinberggasse 3a.

**Riehm,** Dr. **Eduard,** wissenschaftlicher Hilfsarbeiter an der Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Steglitz** bei Berlin, Albrechtstr. 13.

**Riemerschmid, Anton,** Guts- und Fabrikbesitzer in **Pasing** bei München.

**Rikli,** Dr. **Martin,** Privatdozent und Konservator der botanischen Sammlungen am eidgenössischen Polytechnikum in **Zürich, II,** Pianogasse 12.

**Rimbach,** Dr. **A.,** per Adr. **Rickert y Ca.,** in **Guayaquil** (Ecuador).

**Rodewald,** Dr. **Herm.,** Professor und Direktor des landwirtschaftlichen Institutes in **Kiel,** Bartels-Allee 20.

**Rompel,** Dr. **Josef,** S. J., Professor der Naturgeschichte am Jesuitengymnasium zu **Feldkirch** (Vorarlberg).

**Rosen,** Dr. **Felix,** Professor der Botanik an der Universität in **Breslau,** Marienstr. 4.

**Rosenberg,** Dr. **O.,** Privatdozent der Botanik an der Universität in **Stockholm,** Tegnérlunden 4.

**Ross,** Dr. **H.,** Kustos am botanischen Museum in **München,** Richard-Wagner-Strasse 18, IV.

**Rössler,** Dr. **Wilhelm,** Oberlehrer in **Charlottenburg,** Cauerstr. 30.

**Rostowzew,** Dr. **S.,** Professor der Botanik in **Moskau,** Petrowskoe-Rasumowskoe (Landwirtschaftliches Institut).

***Roth,** Dr. **Ernst,** Oberbibliothekar der Universitätsbibliothek in **Halle a. S.,** Lafontainestr. 32.

**Rothert,** Dr. **Wladislaw,** Professor der Botanik an der Universität in **Odessa.**

**Rübel,** Dr. **E.,** in **Zürich,** Zürichbergstr. 45.

**Ruhland,** Dr. **W.,** Privatdozent der Botanik an der Universität und wissenschaftlicher Hilfsarbeiter an der Biologischen Anstalt in Dahlem, in **Berlin W. 30,** Gossowstr. 9.

**Rumm,** Dr. **C.,** in Stuttgart, Moserstr. 8.

**Ruttner,** Dr., **Franz,** Assistent an der Biologischen Station in **Lunz** (Nieder-Österreich).

**Saccardo**, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik an der Universität in **Padua.**

**Saida**, Dr. **Kotaro**, Professor der Botanik in **Tokio** (Japan), Koisnikawa Doshinmashi Nr. 1.

**Saupe**, Dr. **A.**, in **Dresden**, Kyffhäuserstr. 17.

**Schander**, **R.**, Vorstand des botanischen Laboratoriums der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Forschungsanstalt in **Bromberg.**

**Schellenberg**, Dr. **H. C.**, in **Zürich**, Hofstr. 40.

**Schenck**, Dr. **Heinrich**, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des botan. Gartens in **Darmstadt**, Nikolaiweg 6.

**Scherffel**, **Aladár**, in **Igló**, Zips, Ober-Ungarn.

**Schikorra**, Dr. **Georg**, Assistent am Botanischen Institut der landwirtschaftlichen Hochschule zu **Hohenheim** bei Stuttgart.

**Schilling**, Dr. **Aug. Jg.**, Privatdozent an der Technischen Hochschule in Darmstadt, wohnhaft in **Grossgerau.**

**Schinz**, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens und des botanischen Museums der Universität in **Zürich** V, Seefeldstr. 12.

**Schlechter**, Dr. **Rudolf**, in **Berlin S.**, Gräfestr. 33.

**Schmidle**, **W.**, Professor, Direktor des Lehrerseminars in **Meersburg**, Bodensee.

**Schober**, Dr. **Alfred**, Professor und Schulinspektor in **Hamburg-Eilbeck**, Papenstr. 50.

***Schönland**, Dr. **S.**, Curator of the Albany Museum in **Grahamstown**, Südafrika (Kapkolonie).

**Schorler**, Dr. **Bernhard**, Institutslehrer und Kustos am Herbarium der Technischen Hochschule in **Dresden-Striesen**, Krenkelstr. 34.

**Schottländer**, Dr. **Paul**, Rittergutsbesitzer in **Breslau**, Victoriastr. 109.

**Schrenk**, **Hermann von**, B. S., A. M., Ph. D., Botanical Garden in **St. Louis**, Mo. (U. S. A.)

**Schröder**, Dr. **Bruno**, Lehrer in **Breslau**, Sadowastr. 88, II.

**Schröder**, Dr. **Henry**, in **Bonn a. Rh.**, Meckenheimer Str. 150.

**Schrodt**, Dr. **Jul.**, Professor, Direktor der VII. Realschule in **Berlin SO. 26**, Mariannenstr. 47, II.

**Schröter**, Dr. **C.**, Professor der Botanik am Polytechnikum in Zürich, **Hottingen-Zürich**, Merkurstr. 70.

**Schube**, Dr. **Theodor**, Professor, Oberlehrer in **Breslau**, Forckenbeckstrasse 10.

**Schultz**, **Richard**, Oberlehrer in **Sommerfeld**, Pförtnerstr. 13.

**Schulz**, Dr. **A.**, Privatdozent der Botanik in **Halle a. S.**, Albrechtstrasse 10.

**Schulze**, Dr. **Hilmar**, in **Braunschweig**, Petritorpromenade 26.

**Schulze**, **Max**, in **Jena**, Marienstr. 3.

**Schütt**, Dr. **Franz**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens und Museums in **Greifswald.**

**Schwabach**, Frau **Elise**, in **Berlin W.**, Am Karlsbad 1 A.

**Schwarz**, Dr. **Frank**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Eberswalde**.

**Schweinfurth**, Dr. **Georg**, Professor in **Berlin W.**, Potsdamer Strasse 75a.

**Schwendener**, Dr. **S.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Institutes der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W. 10**, Matthäikirchstr. 28.

**Scott**, Dr. **D. H.**, F. R. S., ehedem Honorary Keeper of the Jodrell Laboratory, Royal Gardens, Kew, one of the Editors of the Annals of Botany, East Oakley House, **Oakley**, Hants (England).

**Seckt**, Dr. **Hans**, in **Buenos Aires** (Argentinien).

**Seemen**, **O. von**, Rittmeister a. D., in **Berlin NW. 40**, Scharnhorststr. 42.

**Semadeni**, Dr. **O.**, in **Poschiavo** (Graubünden).

**Senn**, Dr. **Gustav**, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Basel**.

**Sernander**, Dr. **Rutger**, Privatdozent der Botanik in **Upsala**.

**Shibata**, Dr. **K.**, in **Tokio** (Japan), Botanisches Institut der Universität.

**Shull**, Dr. **Geo. H.**, Leiter der botanischen Arbeiten an der Station für experimentelle Entwickelungslehre, Carnegie Institution of Washington, Cold Spring Harbour, **Long Island**, N. Y. (U. St. A.).

**Simon**, Dr. **Friedrich**, in **Frankfurt a. M.**, Schwarzburgstr. 86.

**Simon**, Dr. **Siegfried**, Assistent am Botanischen Institut in **Leipzig**, Simsonstrasse 8, hpt.

**Singer**, Dr. **Max**, Professor am Deutschen Gymnasium in **Prag**, Königliche Weinberge.

**Solereder**, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Institutes in **Erlangen**, Botanischer Garten.

**Solms-Laubach**, Dr. **H. Graf zu**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens, Redakteur der „Botan. Zeitung“ in **Strassburg i. Els.**, Botanischer Garten.

**Sonder**, Dr. **Chr.**, in **Oldesloe** (Holstein).

**Sonntag**, Dr. **P.**, Oberlehrer an der Oberrealschule St. Petri und Pauli, in **Saspe-Neufahrwasser** bei Danzig, Villa Mövenblick.

**Sorauer**, Dr. **Paul**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Redakteur der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“, in **Berlin W.**, Martin Luther-Strasse 50.

**Spieckermann**, Dr. **A.**, Vorsteher der bakteriologischen Abteilung der Versuchsstation in **Münster i. W.**, Plöniesstr. 5, I.

**Sperlich**, Dr. **Adolf**, Professor, suppl. Lehrer an der Lehrerbildungsanstalt in **Innsbruck**, Maximilianstr. 1 d.

**Spiessen**, Freiherr **von**, königl. Forstmeister in **Winkel** im Rheingau.

**Stahl**, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens in **Jena**.

**Stameroff**, **Kyriak**, Dozent der Botanik an der Universität zu **Odessa**, Puschkinskaja Strasse 8, Wohnung 15.

**Steinbrinck**, Dr. **C.**, Professor am Realgymnasium in **Lippstadt.**

**Steiner, Rudolf**, Lehramtskandidat in **Prag**, Königliche Weinberge, Puchmajorgasse 1299.

**Steyer**, Dr. **Karl**, Oberlehrer an der Ernestinenschule in **Lübeck**, Huextertor-Allee 23.

**Stoklasa**, Dr. **Julius**, Professor und Direktor der chemisch-physiologischen Versuchsstation der böhmischen technischen Hochschule in **Prag**, Karlsplatz 3.

**Stoppel**, Frl. **Rose**, in **Freiburg i. B.**, Rotlaubstr. 13.

**Strasburger**, Dr. **Ed.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens in **Bonn.**

***Strauss, H. C.**, Obergärtner am botanischen Garten in **Berlin W.**, Potsdamer Strasse 75.

**Suringar**, Dr. **J. Valckenier**, in **Wageningen** (Holland).

**Svedelius**, Dr. **Nils Eberhard**, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Upsala.**

**Tansley, A. G.**, Assistant in the Botanical Department at the University College, in **London W. C.**, Gower Street.

**Ternetz**, Frl. Dr. **Charlotte**, in **Basel**, Feldbergstr. 118.

**Thaxter**, Dr. **Roland**, Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.), 7 Scott Str.

**Thomas**, Dr. **Fr.**, Professor, emerit. Oberlehrer am Gymnasium Gleichense in **Ohrdruf**, Hohenlohestr. 14.

**Thoms**, Dr. **Hermann**, Professor der pharmazeutischen Chemie an der Universität in Berlin, **Steglitz** bei Berlin, Hohenzollernstr. 3.

**Thost**, Dr. **R.**, in **Gross-Lichterfelde** bei Berlin, Wilhelmstr. 27.

**Timpe**, Dr. **H.**, Oberlehrer in **Hamburg-Eimsbüttel**, Am Weiher 29.

**Tischler**, Dr. **Georg**, Privatdozent der Botanik und Assistent am botanischen Institut, in **Heidelberg-Neuenheim**, Ladenburger Str. 6.

**Tobler**, Dr. **Friedrich**, Privatdozent der Botanik und Assistent am botanischen Institut der Universität in **Münster i. W.**, Wilhelmstr. 72a.

**Toni**, Dr. **G. B. de**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens, Lauréat de l'Institut de France, Herausgeber der „Nuova Notarisia", in **Modena.**

**Trail**, Dr. **James W. H.**, F. R. S., Professor der Botanik an der Universität Aberdeen in **Old Aberdeen**, High Street 71 (Schottland).

**Trow**, Dr. **A. H.**, Lecturer in Botany am University College of South-Wales and Monmouthshire in **Cardiff** (England), Penarth 50.

**Tschermak**, Dr. **Erich**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur, in **Wien** XVIII, Anastasius Grün-Gasse 52.

**Tschirch**, Dr. **Alexander**, Professor der Pharmakognosie, pharmazeutischen und gerichtlichen Chemie, Direktor des pharmazeutischen Institutes der Universität in **Bern.**

**Tswett**, Dr. **Michael**, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Warschau**, Krakowskie Predmiescie. 26.

**Tubeuf**, Dr. **Carl**, Freiherr **von**, Regierungsrat, Professor der Botanik, in **München**, Habsburger Str. 1.

**Uhlworm**, Dr. **Oskar**, Professor, Oberbibliothekar, Redakteur des „Zentralblattes für Bakteriologie und Parasitenkunde" in **Berlin W.**, Schaperstr. 2/3, I.

**Ulbrich**, Dr. **E.**, Hilfsassistent am Kgl. Botanischen Musem zu Dahlem, Botanischer Garten, **Steglitz**, Potsdamer Chaussee.

**Ule, Ernst**, Botanischer Forschungsreisender. Adresse: **Manáos**, Consulado allemão, Brasilien, zurzeit **Dahlem** bei Berlin, Königin Luisestr. 6/8.

**Urban**, Dr. **Ign.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Unterdirektor des botan. Gartens und botan. Museums zu Berlin, in **Dahlem** bei Berlin, Altensteinstr. 4.

**Ursprung**, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik an der Universität in **Freiburg** (Schweiz), Botanisches Institut.

**Vöchting**, Dr. **H. von**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens in **Tübingen.**

**Vogl**, Dr. **August E.**, Ritter **von Fernheim**, Hofrat und Universitätsprofessor in **Wien** VII, Josefstätter Str. 35.

**Voigt**, Dr. **Alfred**, Professor, Assistent am botanischen Museum in **Hamburg** VII, Bei dem Besenbinderhof 52.

**Volkart**, Dr. **A.**, Assistent an der eidgenössischen Samenkontrollstation in **Zürich V**, Hochstr. 99.

**Volkens**, Dr. **Georg**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und Kustos am botanischen Museum in **Dahlem** bei Berlin, Königin Luise-Str. 6/8.

**Voss**, Dr. **W.**, Oberlehrer in **Marne** (Holstein).

**Votsch**, Dr. **Wilhelm**, Oberlehrer in **Delitzsch**, Eilenburger Str. 58.

**Wächter**, Dr. **Wilhelm**, Assistent des pflanzenphysiologischen Instituts der Gärtner-Lehranstalt zu Dahlem, in **Steglitz**, Florastr. 2 B.

**Wager, Harold**, Inspector of Science Schools for the Science and Art Department in London, in **Leeds**, England, Horsforth Lane, Far Headingley.

**Wagner**, Dr. **Adolf**, Privatdozent der Botanik an der Universität und Assistent am botan. Institut in **Innsbruck**, Mühlau, Villa KLOTZ.

**Warburg**, Dr. **O.**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Lehrer am orientalischen Seminar in **Berlin W.**, Uhlandstr. 175.

***Weber**, Dr. **C. A.**, in **Bremen**, Friedrich-Wilhelmstrasse 24.

**Weberbauer**, Dr. **A.**, Leiter der Versuchsanstalt für Landeskultur in **Victoria** (Kamerun).

**Wehmer**, Dr. **C.**, Professor, Dozent an der Technischen Hochschule in **Hannover**, Callinstr. 12.

**Wehrhahn, W.**, Lehrer in **Hannover**, Asternstr. 29.

**Weis, Fr.**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Kopenhagen.**

**Weiss**, Dr. **Fr. E.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanical Laboratory of the Owens College in **Manchester.**

**Weisse**, Dr. **Arth.**, Gymnasialoberlehrer in **Zehlendorf** bei Berlin, Annastrasse 11.

**Went**, Dr. **F. A. H. C.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Utrecht** (Holland).

**Wettstein**, Dr. **Richard**, Ritter **von Westerheim**, Professor und Direktor des botan. Gartens und Museums der Universität Wien, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Herausgeber der Österreichischen botan. Zeitschrift, in **Wien** III, Rennweg 14.

**Wiedersheim**, Dr. **Walter**, in **Grötzingen** (Baden), Kirchstr. 1.

**Wieler**, Dr. **A.**, Professor, Dozent für Botanik an der Technischen Hochschule in **Aachen**, Nizza-Allee 71.

**Wiesner**, Dr. **Jul.**, Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Wien** IX, Liechtensteinstr. 12.

**Wilhelm**, Dr. **K.**, Professor der Botanik an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien** XIX, Hochschulstr. 17 (Türkenschanze).

**Wilson, William Powell**, Direktor of the Philadelphia Commercial Museum in **Philadelphia** (U. S. A.)

**Winkelmann**, Dr. **J.**, Professor, in **Stettin**, Pölitzer Str. 85, III.

**Winkler**, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität in **Tübingen**, Waldhäuserstr. 13.

**Winkler**, Dr. **Hubert**, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am botanischen Garten in **Breslau.**

**Wirtgen, Ferd.**, Rentner in **Bonn**, Niebuhrstr. 55.

**Wittmack**, Dr. **L.**, Geheimer Regierungsrat, Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule und an der Universität, **Berlin N.**, Platz am Neuen Tor 1.

**Wolff, H.**, Tierarzt in **Berlin**, Warschauer Strasse 57.

**Wortmann**, Dr. **J.**, Professor, Direktor der Versuchs- und Lehranstalt für Obst- und Weinbau zu **Geisenheim a. Rh.**

**Wunschmann**, Dr. **E.**, Professor, in **Friedenau** bei Berlin, Schmargendorfer Strasse 26, Gartenhaus, III Tr.

**Zacharias**, Dr. **E.**, Professor der Botanik, Direktor des botanischen Gartens in **Hamburg**, Sophienterrasse 15a.

**Zahlbruckner**, Dr. **A.**, Leiter der botanischen Abteilung des naturhistor. Hofmuseums in **Wien** I, Burgring 7.

**Zander, A.,** Oberlehrer am Bismarck-Gymnasium in **Halensee** bei Berlin, Westfälische Strasse 59, III.

**Zenetti,** Dr. **Paul,** Professor am Lyceum in **Dillingen a. D.**

**Zimmermann,** Dr. **Albrecht,** Professor, Botaniker an der Biologischen Station Amani, Poststation **Tanga** (Deutsch-Ostafrika).

**Zopf,** Dr. **W.,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens in **Münster i. W.,** Wilhelmstr. 2a.

**Zörnig,** Dr., Assistent am pflanzenphysiologischen Institut in **München,** Josefplatz 9.

---

## Verstorben.

---

**Aderhold,** Dr. **Rudolf,** Geh. Regierungsrat, Direktor der Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem** bei Berlin. Verstarb am 17. März 1907.

**Buchenau,** Dr. **Franz,** Realschuldirektor a. D. in **Bremen.** Verstarb am 23. April 1906.

**Ellis,** korrespondierendes Mitglied der Deutschen Botanischen Gesell- Mykologe in **Newfield,** N Y. (U.S.A.) Verstarb am 30. Dezember 1905.

**Hegelmaier,** Dr. **Fr.,** Professor der Botanik in **Tübingen.** Verstarb am 26. Mai 1906.

**Holzner,** Dr. **G.,** Professor an der Landwirtschaftlichen Akademie in **Weihenstephan.** Verstarb am 18. Februar 1906.

**Kjellman,** Dr. **G. R.,** Professor der Botanik an der Universität in **Upsala,** korrespondierendes Mitglied der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Verstarb im April 1907.

**Kraskovits, Guido,** in **Wien.** Verstarb im März auf Ceylon.

**Kuntze,** Dr. **Otto,** in **San Remo.** Verstarb am 28. Januar 1907.

**Oudemans,** Dr. **C. A. J. A.,** emeritierter Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Amsterdam.** Verstarb am 29. August 1906.

**Pfitzer,** Dr. **F.,** Geheimer Hofrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Heidelberg.** Verstarb am 3. Dezember 1906.

**Rostrup, E.,** Lector an der Landbauhochschule in **Kopenhagen.** Verstarb am 16. Januar 1907.

**Ward, Marshall H.,** D. Sc., F. R. S., Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge** (England). Verstarb am 26. August 1906.

---

# Register zu Band XXIV.

## 1. Geschäftliche Mitteilungen.



## 2. Wissenschaftliche Mitteilungen.

### a) In der Reihenfolge der Veröffentlichung geordnet.

I. Sitzungsberichte.

## II. Generalversammlung.

## b) Alphabetisch nach den Autoren geordnet.

# Verzeichnis der Tafeln.

## Verzeichnis der Holzschnitte und Figuren im Text.

## Übersicht der Hefte.

Heft 1 (S. 1—54) ausgegeben am 21. Februar 1906.
Heft 2 (S. 55—122) ausgegeben am 28. März 1906.
Heft 3 (S. 123—184) ausgegeben am 25. April 1906.
Heft 4 (S. 185—206) ausgegeben am 23. Mai 1906.
Heft 5 (S. 207—272) ausgegeben am 27. Juni 1906.
Heft 6 (S. 273—352) ausgegeben am 25. Juli 1906.
Heft 7 (S. 353—406) ausgegeben am 12. August 1906.
Heft 8 (S. 407—476) ausgegeben am 28. November 1906.
Heft 9 (S. 477—532) ausgegeben am 27. Dezember 1906.
Heft 10 (S. 533—608) ausgegeben am 24. Januar 1907.
Generalversammlungsheft (Schlussheft) [S. (1)—(100)] ausgegeben am 30. April 1907.

## Berichtigungen.

Seite 1 oben lies „Vorsitzender: Herr S. SCHWENDENER" statt „Vorsitzender: Herr L. KNY".

Seite 38, Zeile 11 von oben setze statt „auch" die Worte „dass sie hingegen".
„ 38, „ 12 und 13 von oben ersetze die Worte „weit mehr oder weniger tief auch entfernt von der Peripherie" durch „auch mehr oder weniger weit entfernt von der Peripherie".
„ 42, „ 1 von oben lies „bestätigte" statt „bestätige".
„ 42, „ 8 von unten streiche die Worte „mit dem".
„ 135, „ 5 von oben lies „aktiviert" statt „ätherisiert".
„ 135, „ 19 von oben lies ebenfalls „aktiviert„ statt „ätherisiert".
„ 136, „ 18 von oben lies „Gesetzmässigkeit" statt „Regelmässigkeit".
„ 137, „ 1 von unten setze „Portion c" statt „Portion a".
„ 139, „ 18 von oben setze „20 *ccm* $H_2O$, 20 *ccm* $H_2O_2$" statt „20 *ccm* $H_2O_2$".
„ 140, „ 8 von unten setze „POLOWZEW" statt „POLAWZEW".
„ 403, „ 12 von oben setze „bestimmen" statt „beschreiben".
„ 406, „ 12 von oben setze „*ramealis*" statt „*borealis*".
„ 439 fehlt hinter der zweiten Gasanalyse die Angabe

$$CO_2 = 11{,}53 \text{ pCt.}$$
$$H_2 = 0{,}0 \text{ „}$$
$$N_2 = 88{,}47 \text{ „}$$

„ 441 muss es in dem gesperrt gedruckten Satze unter der letzten Gasanalyse heissen: „dass bei der Atmung mannitführender Samenpflanzen **keine** Wasserstoffbildung stattfindet" statt „dass . . . . eine Wasserstoffbildung stattfindet.
„ 460, Zeile 19 von oben setze „II, S. 458" statt „I, S. 458".
„ 467 muss es in Tabelle 4 in der ersten Kolumme unter „III. Generation" heissen „☿ und schwach ☿♀" statt „♀ und schwach ☿♀".
„ 468 muss in Tabelle 5 in der letzten Kolumne die Gesamtzahl bei Versuch Nr. 9 die Zahl „37" statt „34" gesetzt werden.
„ 475 ist in der untersten Zeile der Textanmerkung das Wort „Frage" ausgefallen.
„ 519, Zeile 4 von oben setze „vielleicht ostwärts nicht" statt „vielleicht ostwärts, nicht"; das Komma muss fortfallen.

# Preisausschreiben.

Es wird eine grössere, womöglich monographische, streng wissenschaftliche Arbeit über die Richtigkeit der von HANSGIRG vertretenen

**Lehre vom Pleomorphismus (Polymorphismus) der Algen**

verlangt.

Der von einem ungenannt sein wollenden Botaniker ausgesetzte Preis beträgt **1000 (eintausend) Mark, samt laufenden Zinsen** vom 1. März 1906 ab gerechnet.

Die anonym einzureichenden Bewerbungsschriften müssen in deutscher, englischer, französischer oder italienischer Sprache verfasst, deutlich geschrieben und paginiert, mit einem Motto versehen und von einem versiegelten Umschlag begleitet sein, der aussen das Motto der Arbeit trägt und innen den Namen und Wohnort des Verfassers enthält.

Die Frist für die Einsendung der Bewerbungsschriften an die Deutsche Botanische Gesellschaft in Berlin, zu Händen des Sekretärs Herrn **Prof. Dr. Carl Müller, Steglitz** bei Berlin, **Zimmermannstr. 15,** endet am **31. Dezember 1907.** Das Ergebnis der Prüfung und die eventuelle Preiserteilung wird in diesen Berichten bekannt gemacht.

Namens des Vorstandes:

S. SCHWENDENER,

**z. Z. Präsident der Gesellschaft.**

# Einladung.

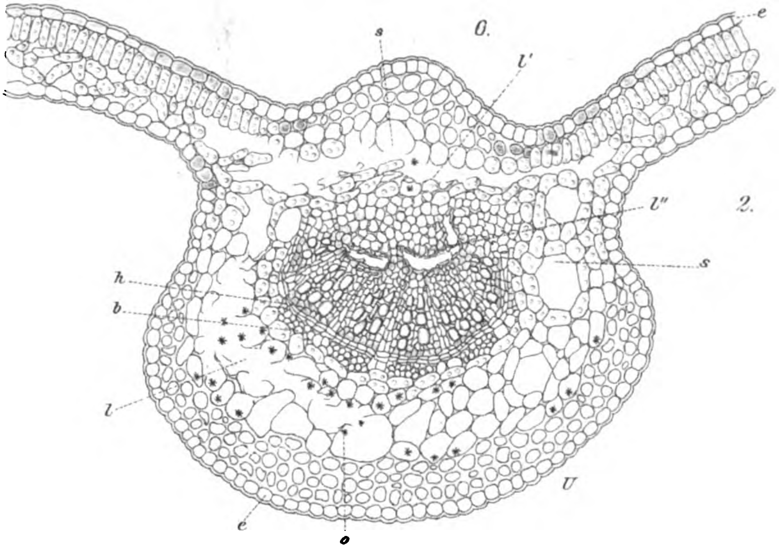
Laut Beschluss des Vorstandes soll anlässlich des **25jährigen Jubiläums unserer Gesellschaft** (im September 1907) **eine Festschrift herausgegeben werden,** deren Umfang vorläufig auf etwa 20 Bogen und ebensoviele Tafeln veranschlagt ist. In diese Jubiläumsschrift sollen nur grössere Arbeiten von bleibendem Wert, keine vorläufigen Mitteilungen, aufgenommen werden.

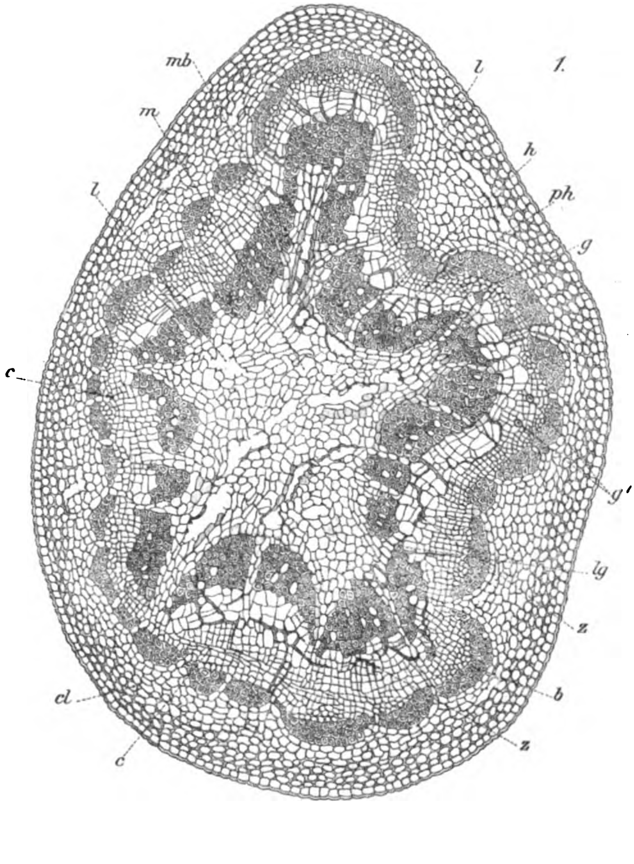
Wir laden demgemäss unsere verehrten Fachgenossen, Mitglieder wie Nichtmitglieder der Gesellschaft, hierdurch ergebenst ein, zur Herstellung einer der festlichen Veranlassung würdigen Jubiläumsschrift durch Einsendung von geeigneten Manuskripten beizutragen. Als **Schlusstermin** für diese Einsendungen, welche an unseren Sekretär, Herrn Prof. Dr. C. MÜLLER, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstrasse 15, zu adressieren sind, wurde der **1. Januar 1907** festgesetzt. Über Aufnahme oder Nichtaufnahme der eingegangenen Arbeiten entscheidet der Vorstand.

I. A.:

S. SCHWENDENER,

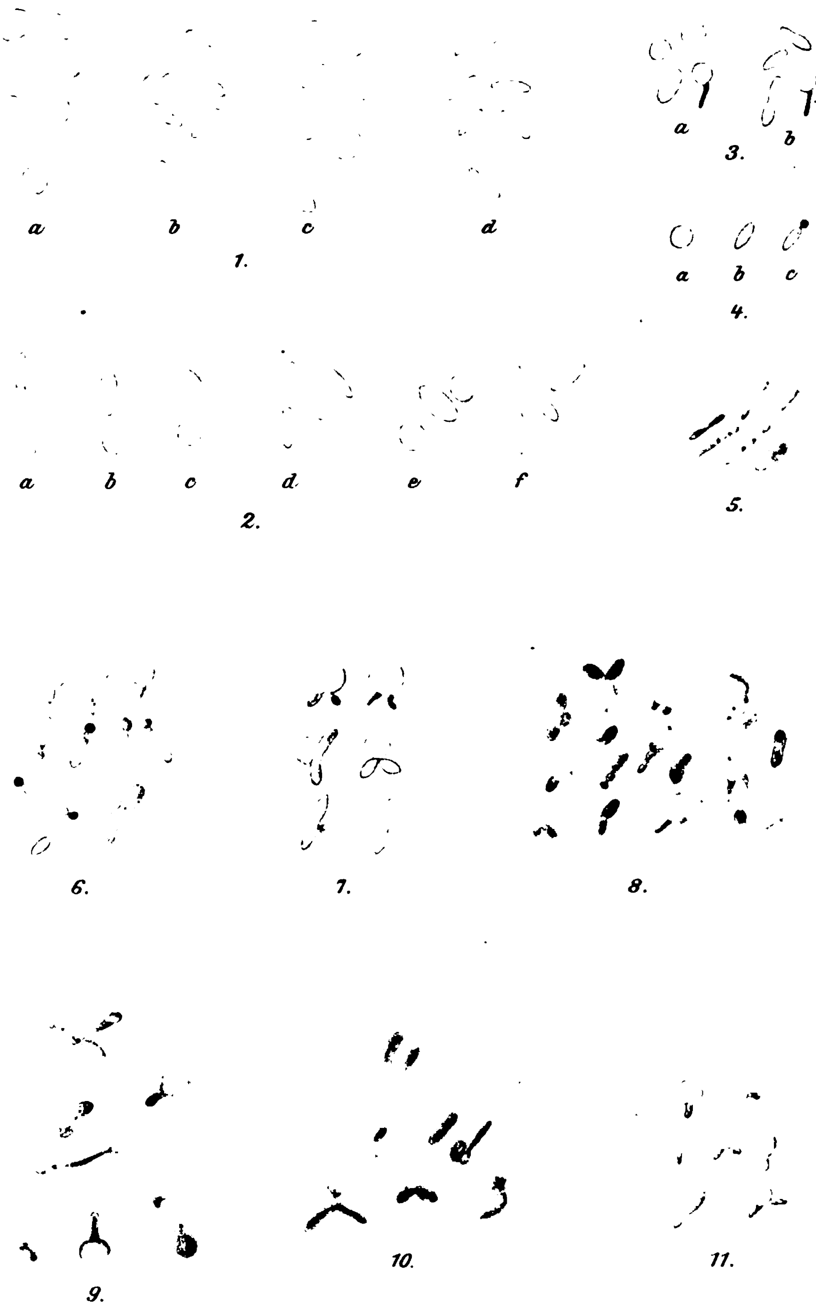
z. Z. Präsident der Gesellschaft.



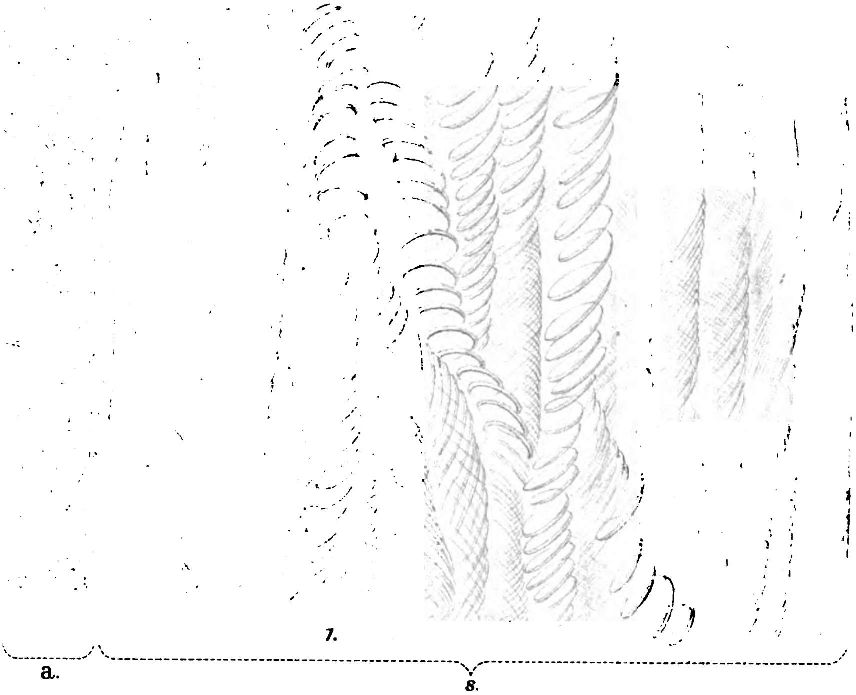




H. Detmann gez.

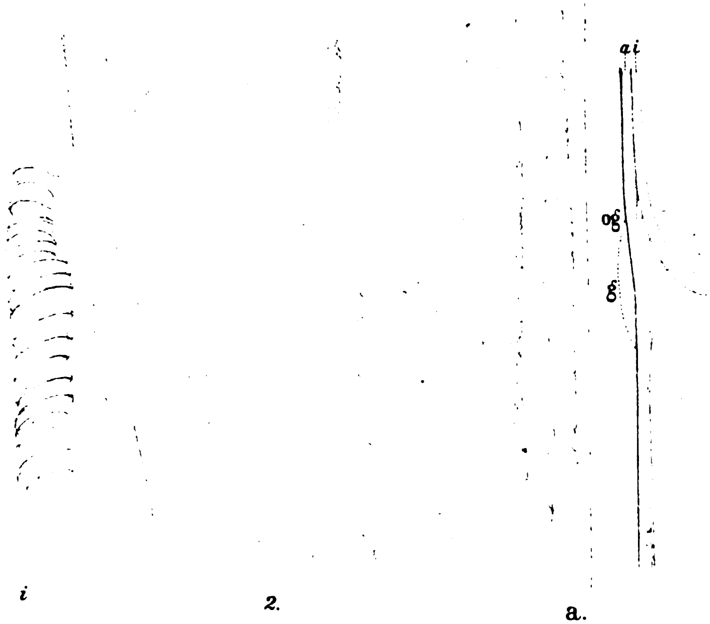
E. Laue lith.



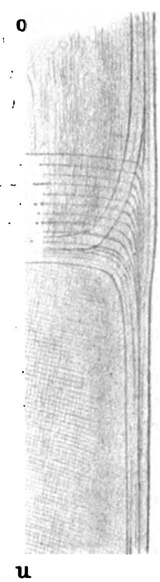

*A. Fischer gez.* *E. Laue lith.*




1.

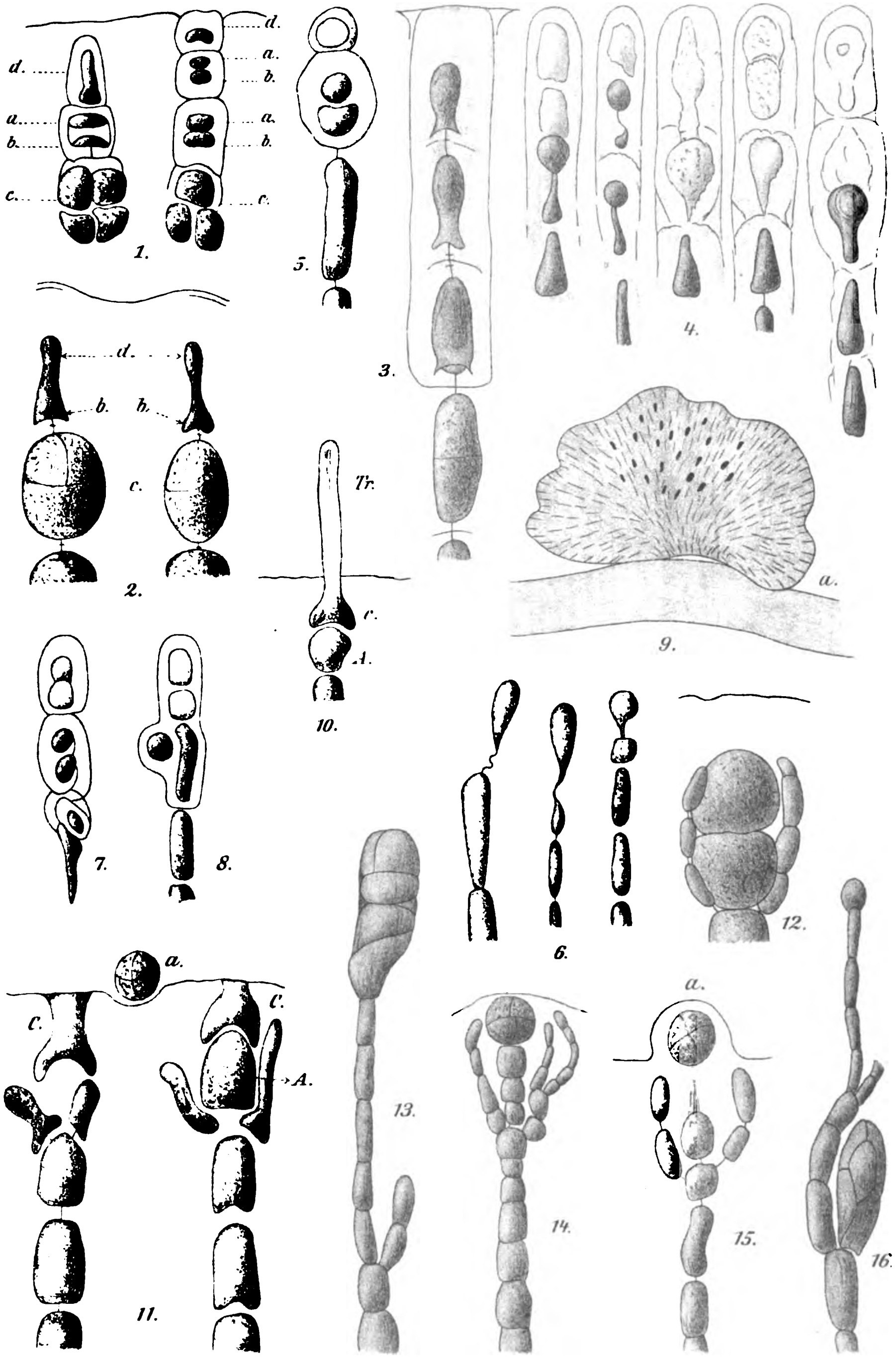



2.

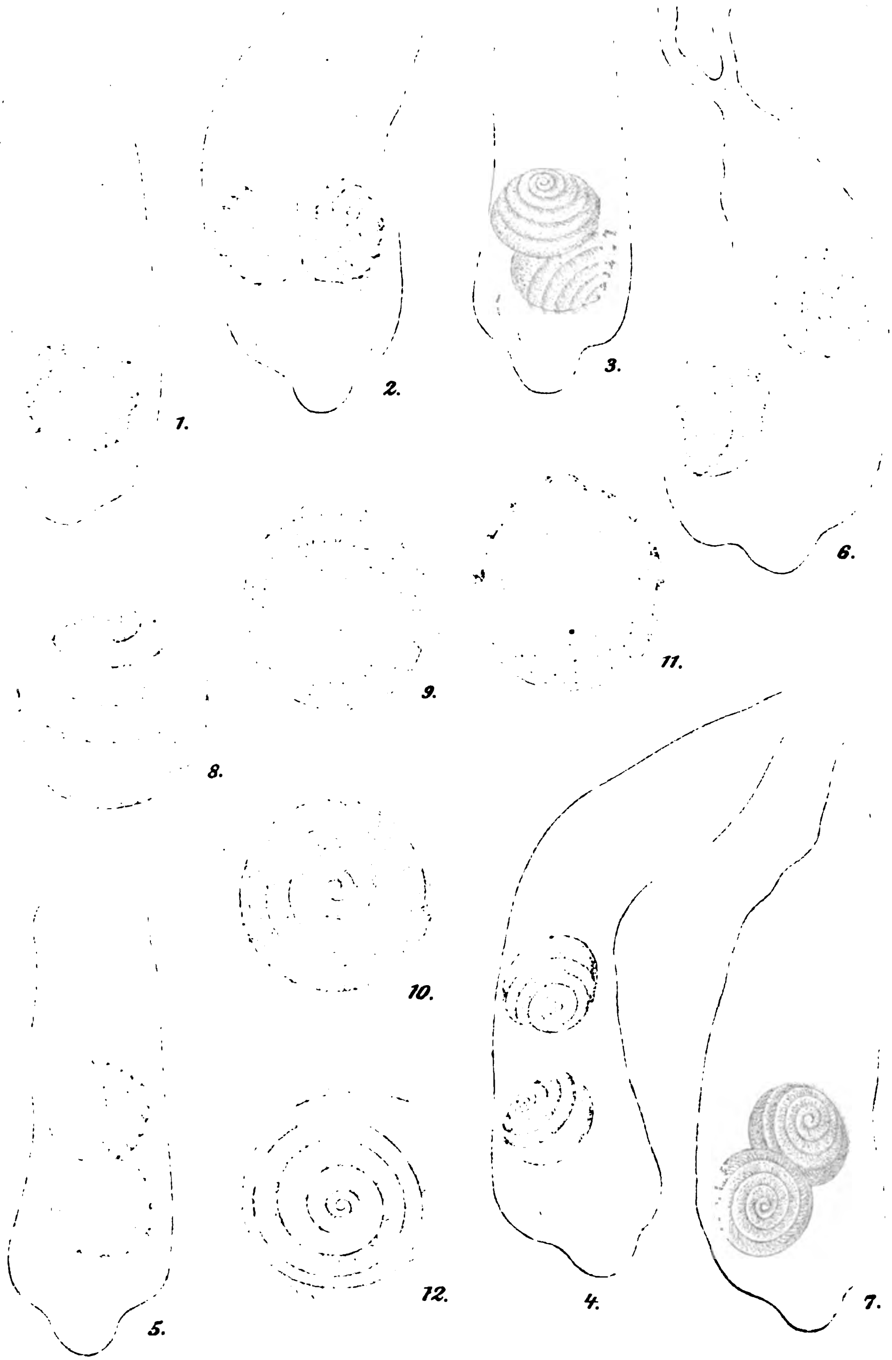



3.

*Dunzinger gez.* *E. Laue lith.*

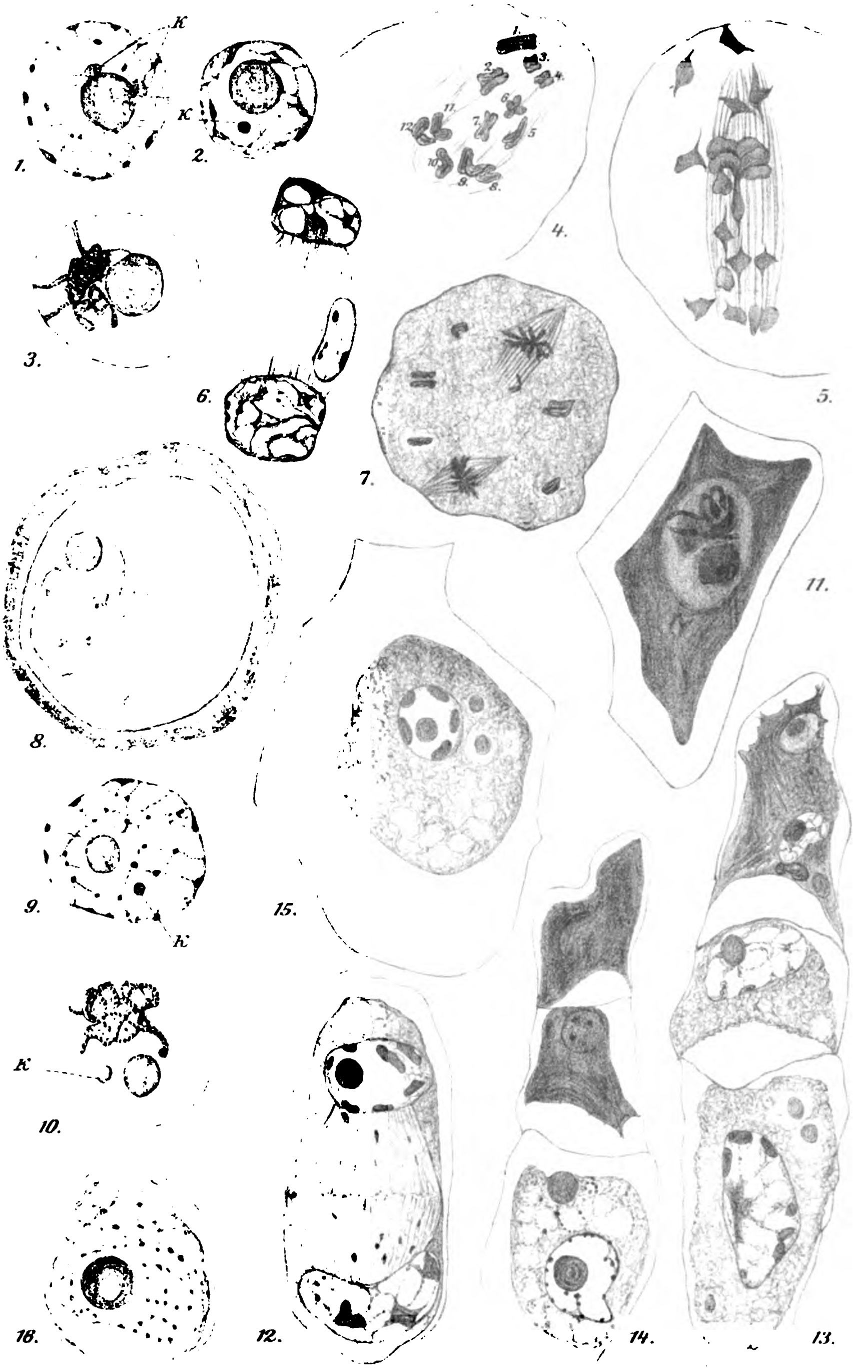



F. Heydrich gez.

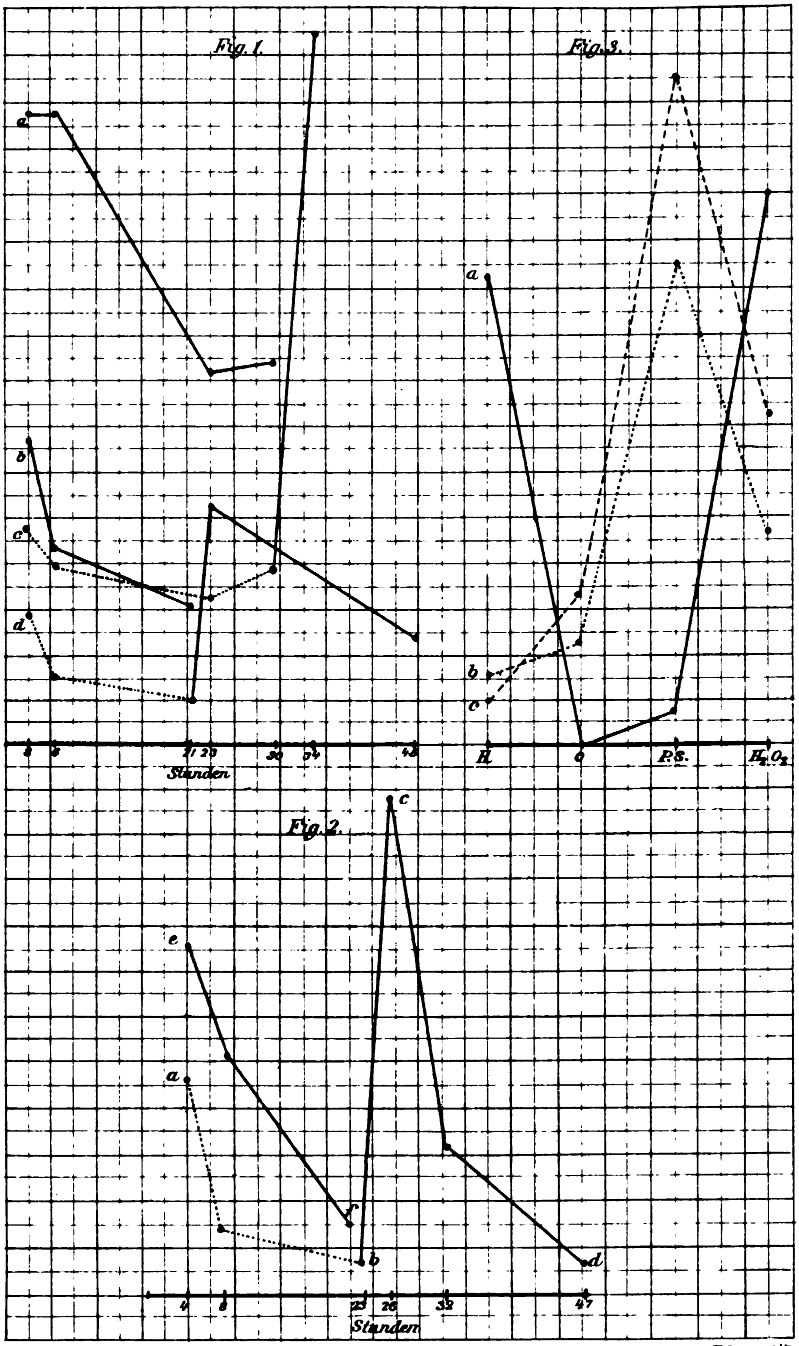



K. Miyake gez.

E. Laue lith.

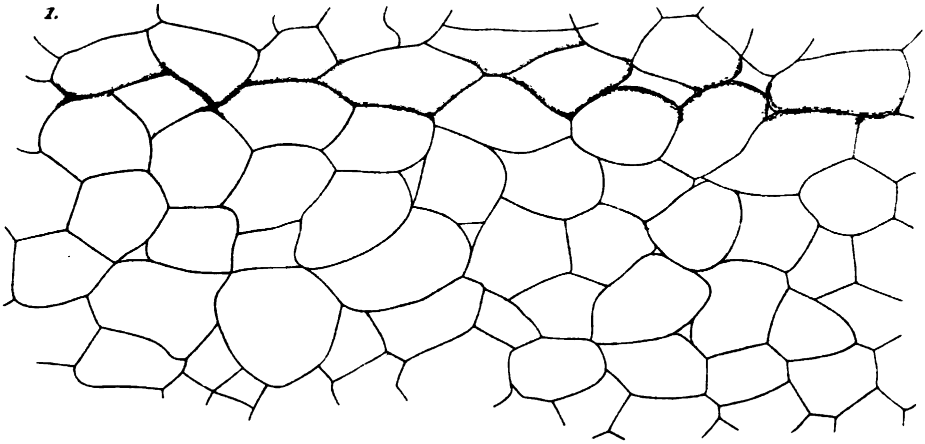



G. Tischler del.

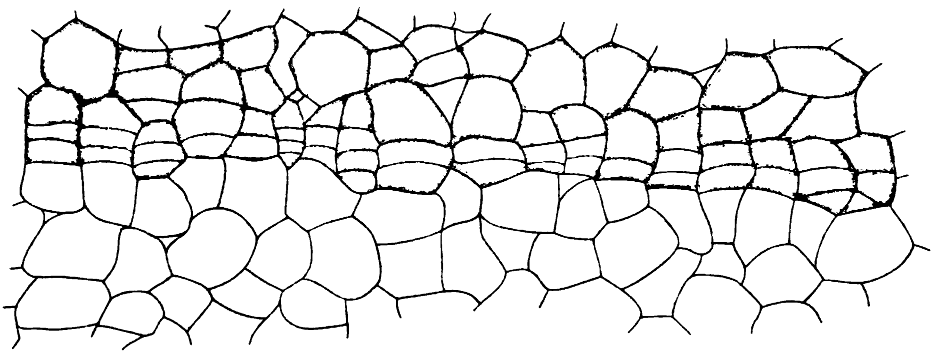

Fig. 1.
a
b
c
d
8
21
23
30
34
48
Stunden
Fig. 3.
a
b
c
H.
O
P.S.
$H_2O_2$
Fig. 2.
c
e
a
f
b
d
4
8
23
26
32
47
Stunden

E. Laue lith.

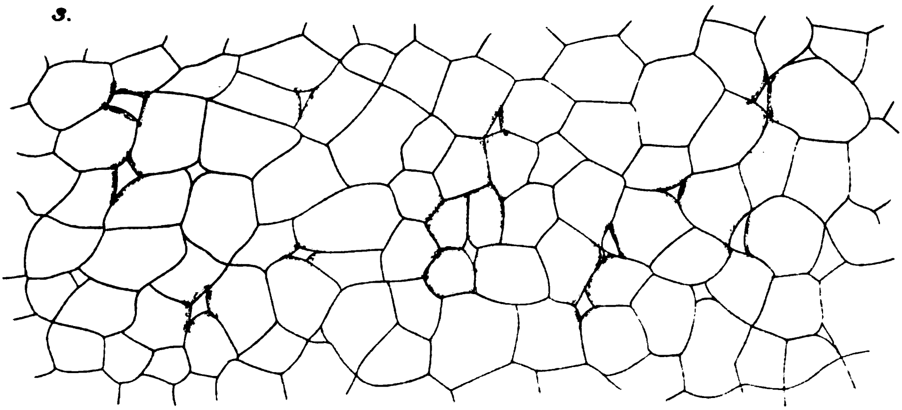
1.



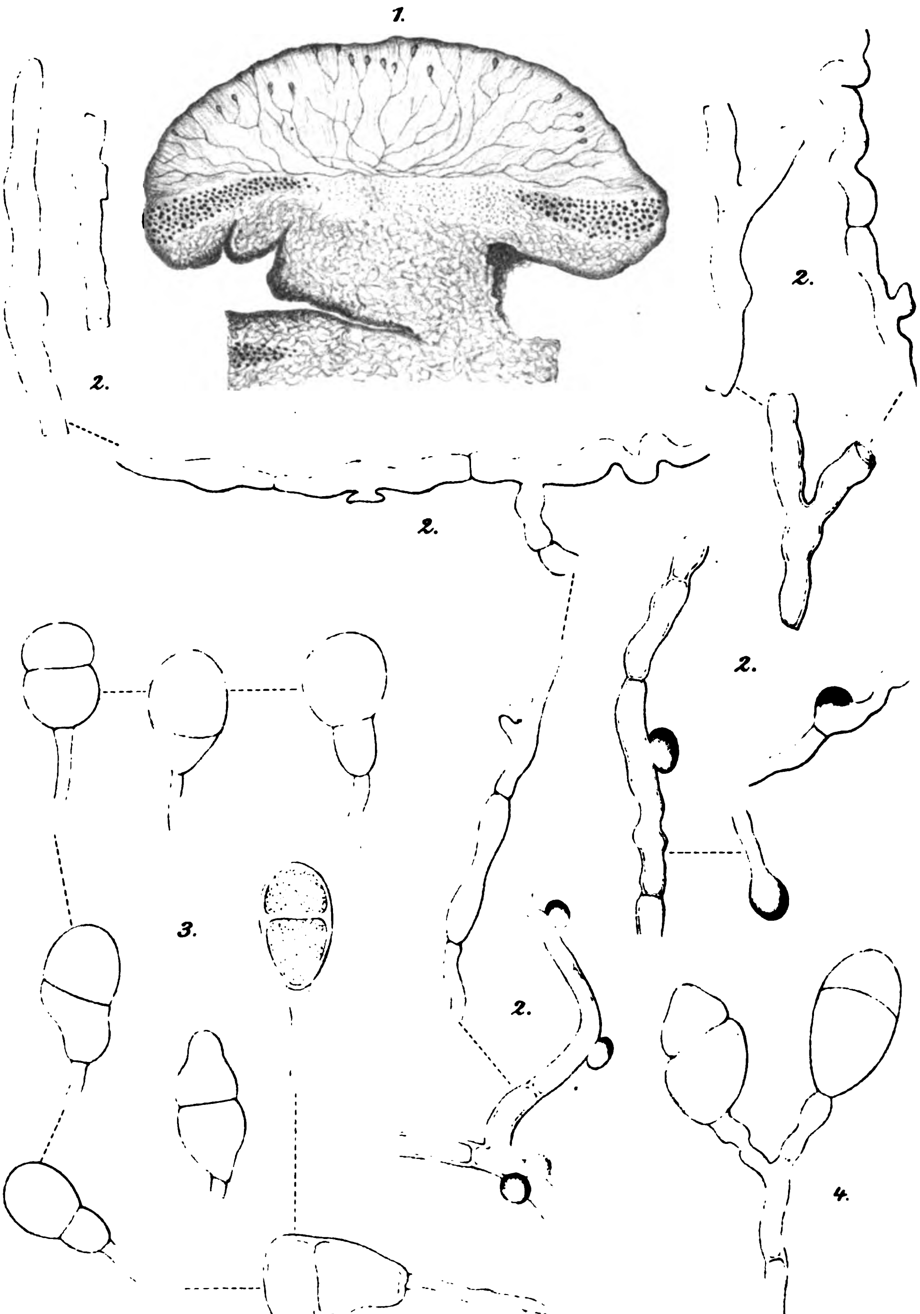
2.



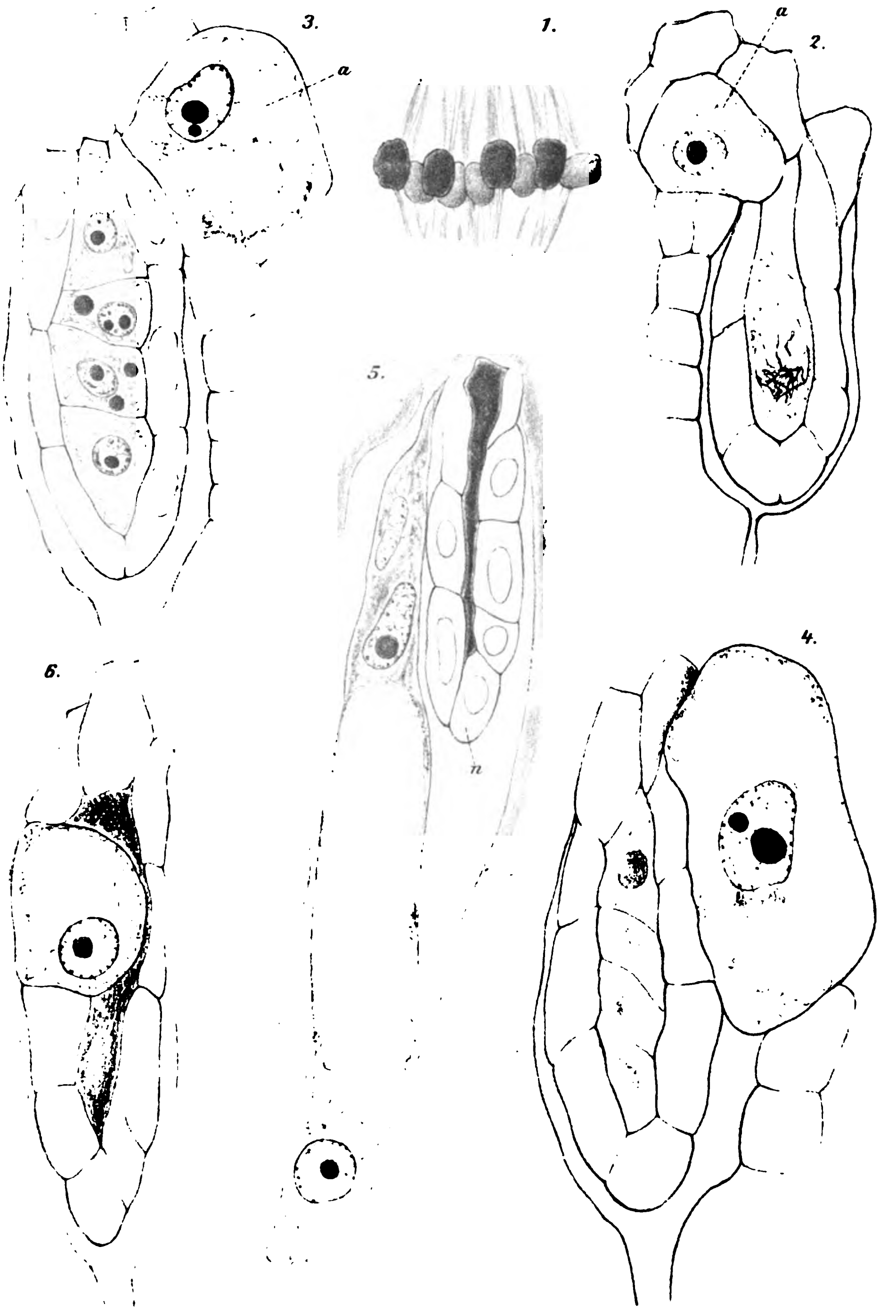
3.



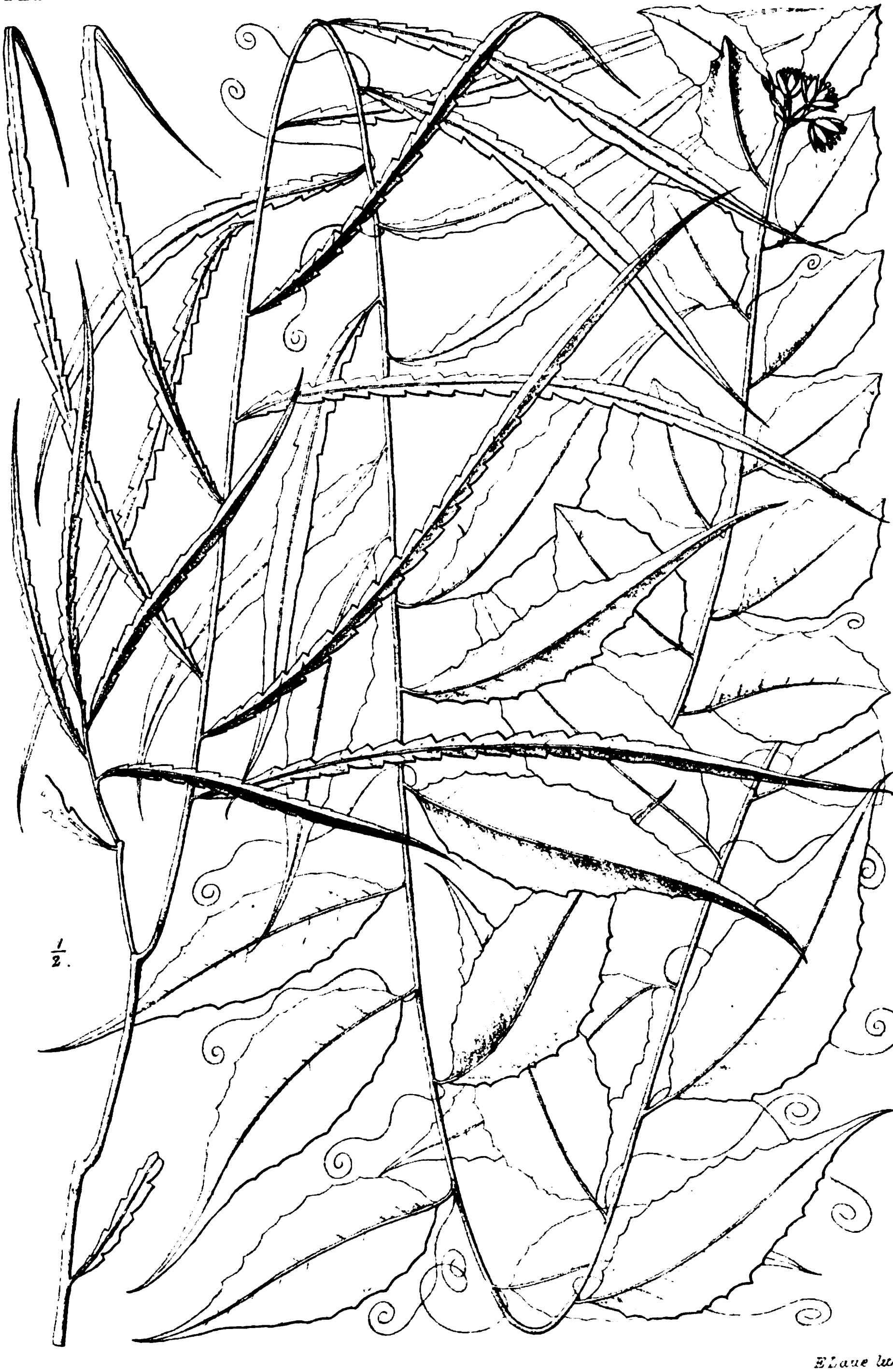
E. Laue lith.



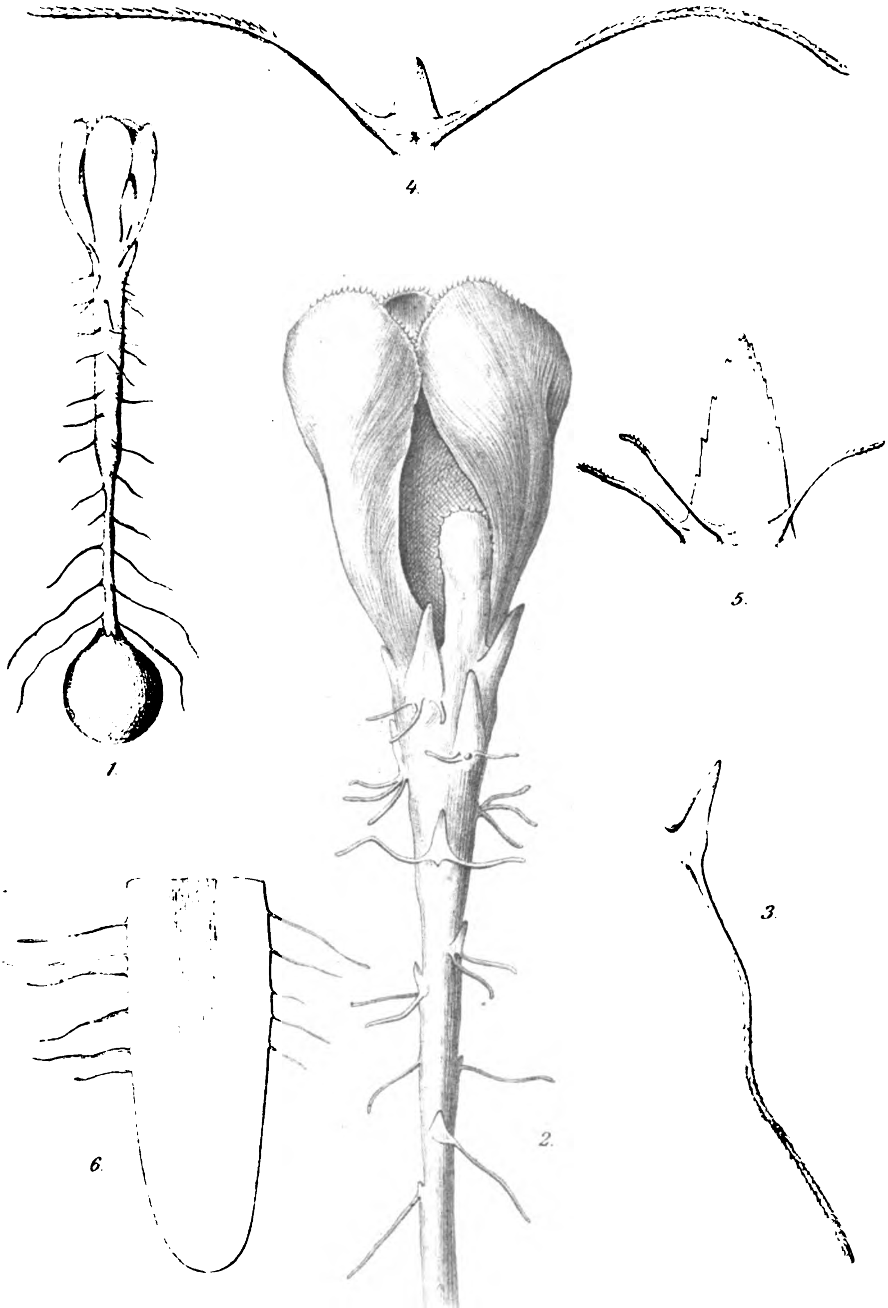

Senff gez. E. Laue lith.



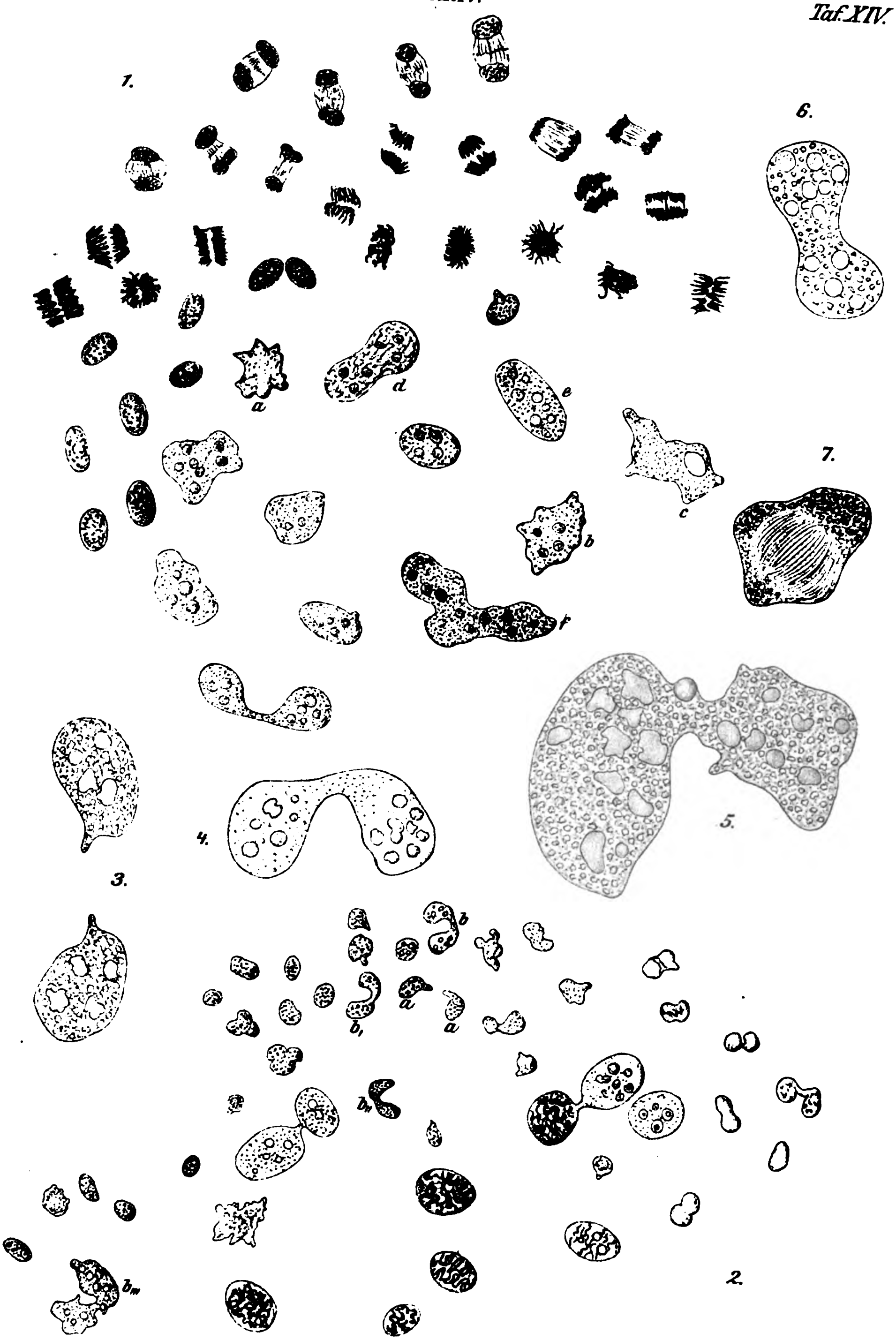

G. Rosenberg gez. E. Laue lith.




E. Laue lith.




Diels gez. F. Laue lith.




O. Saame gez.

E. Laue lith.

Fig. 4.

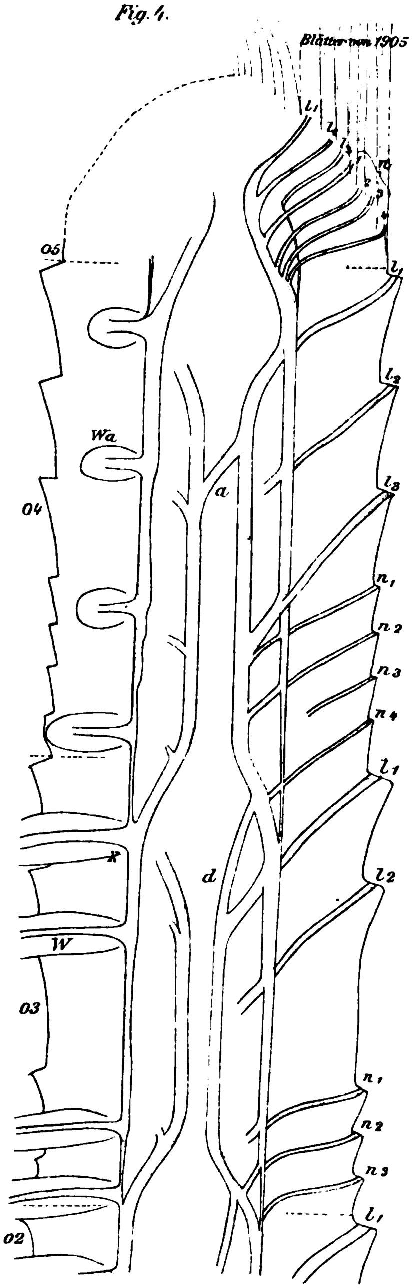



Fig. 1.

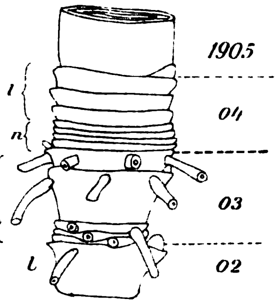



Fig. 2.

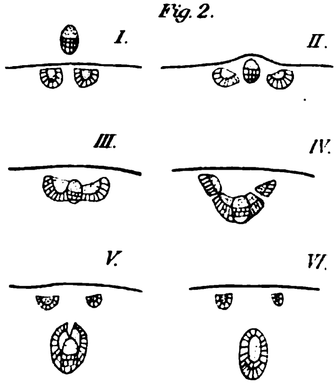
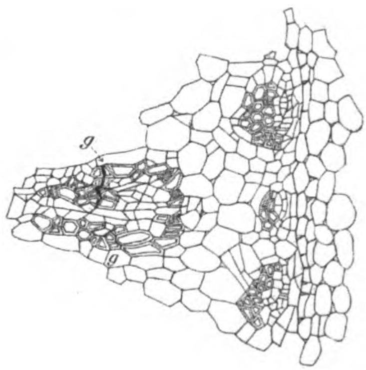



Fig. 3.

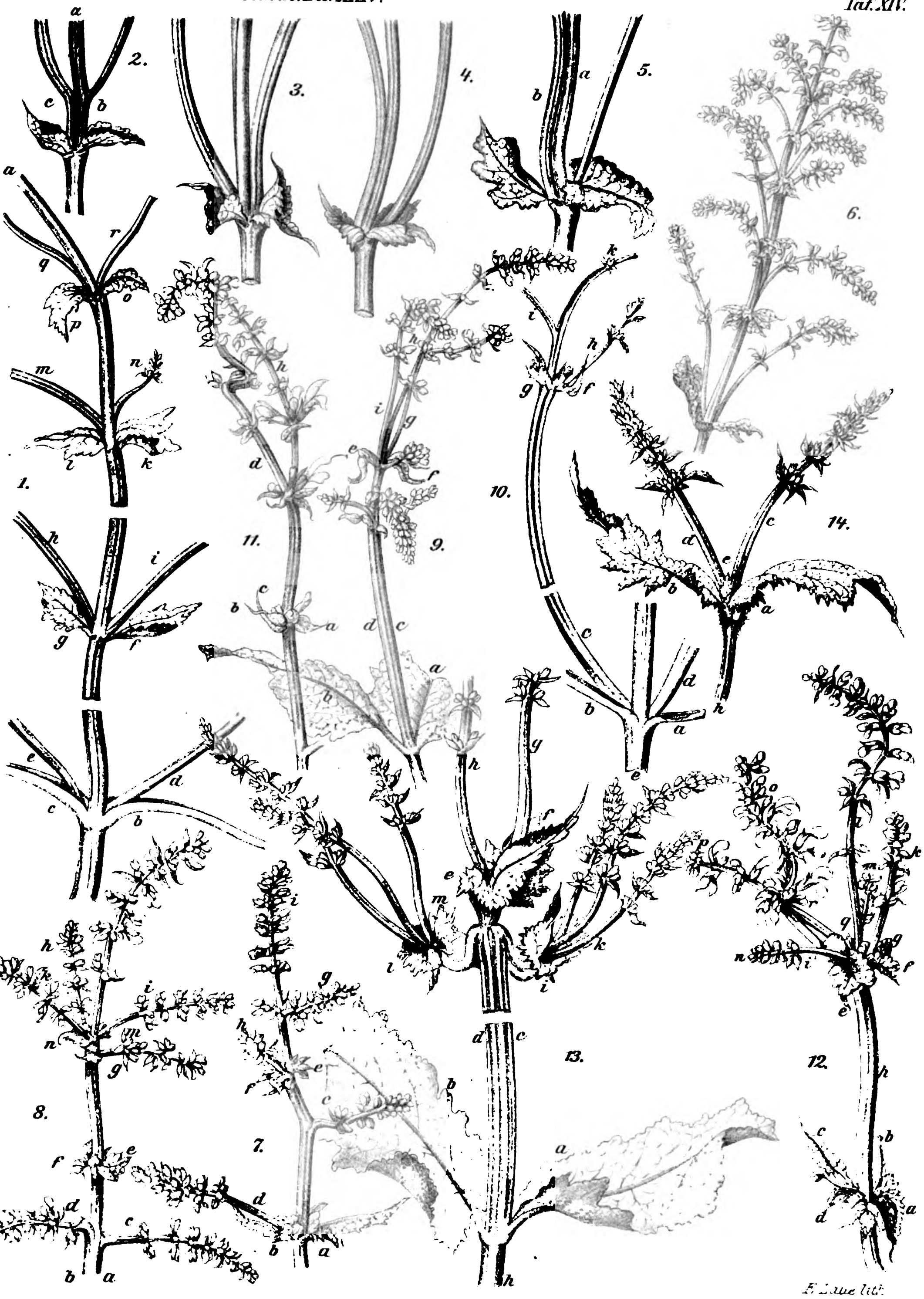


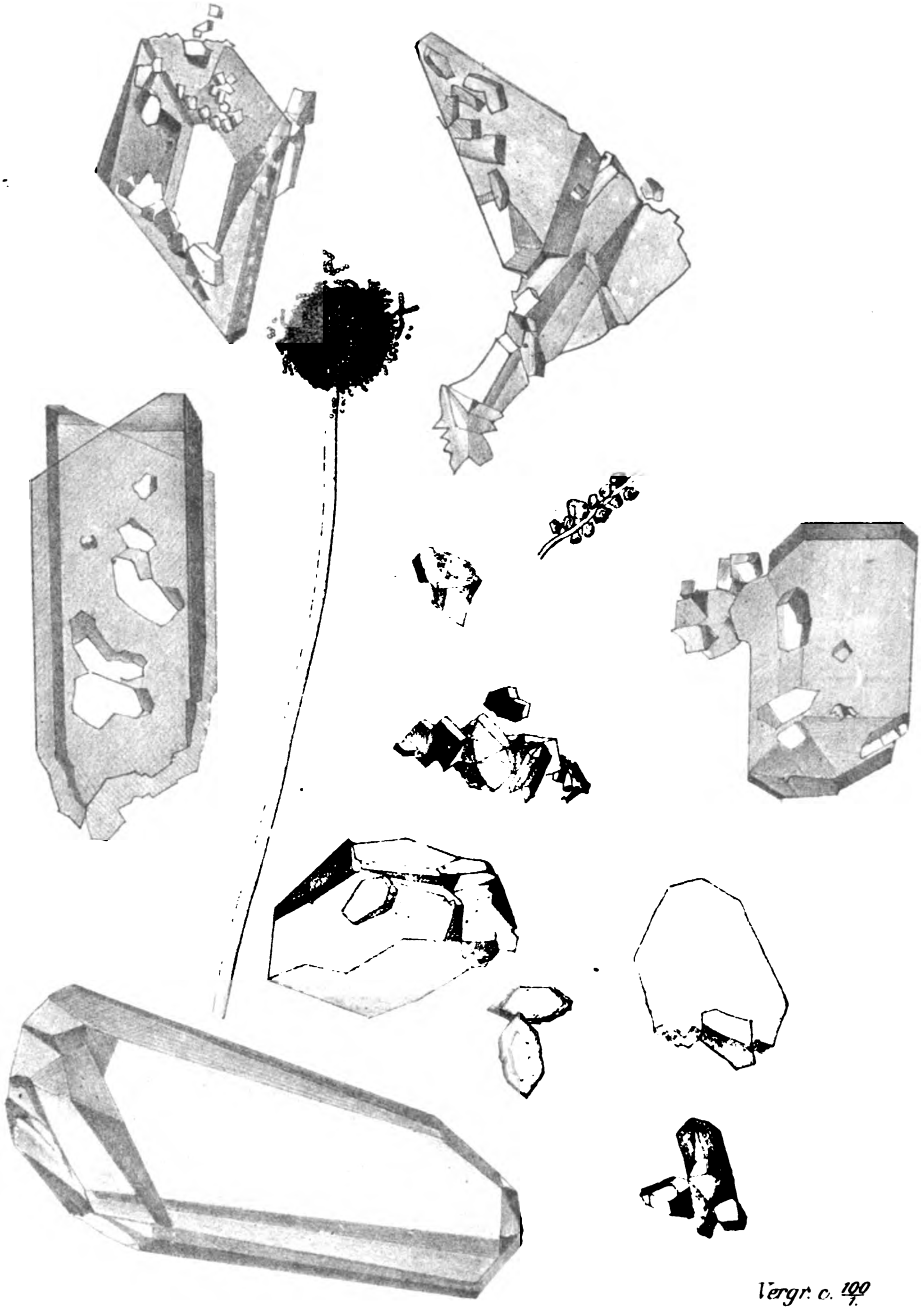

Euker gez.

E. Laue lith.

XVI

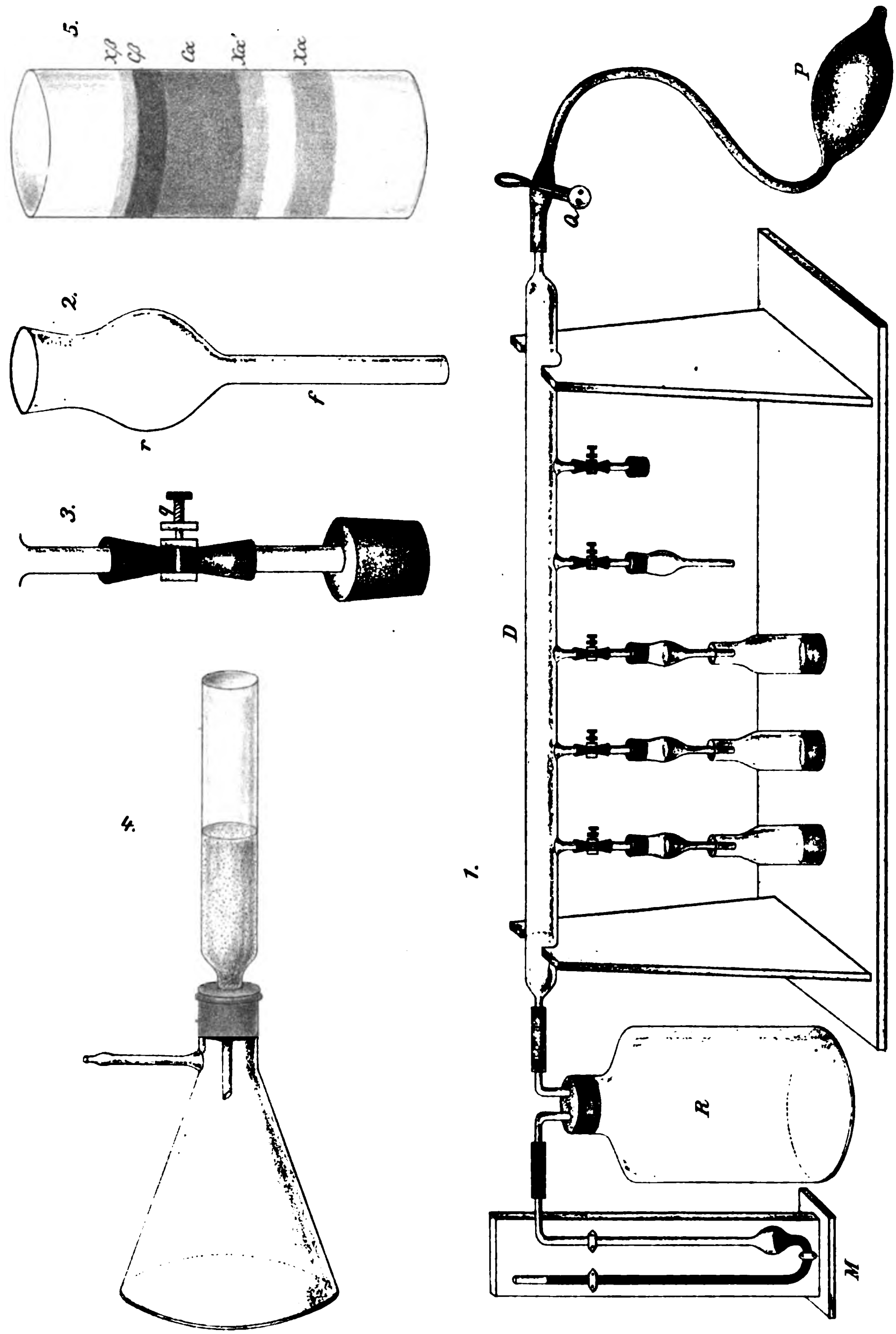






Vergr. c. 100/1.

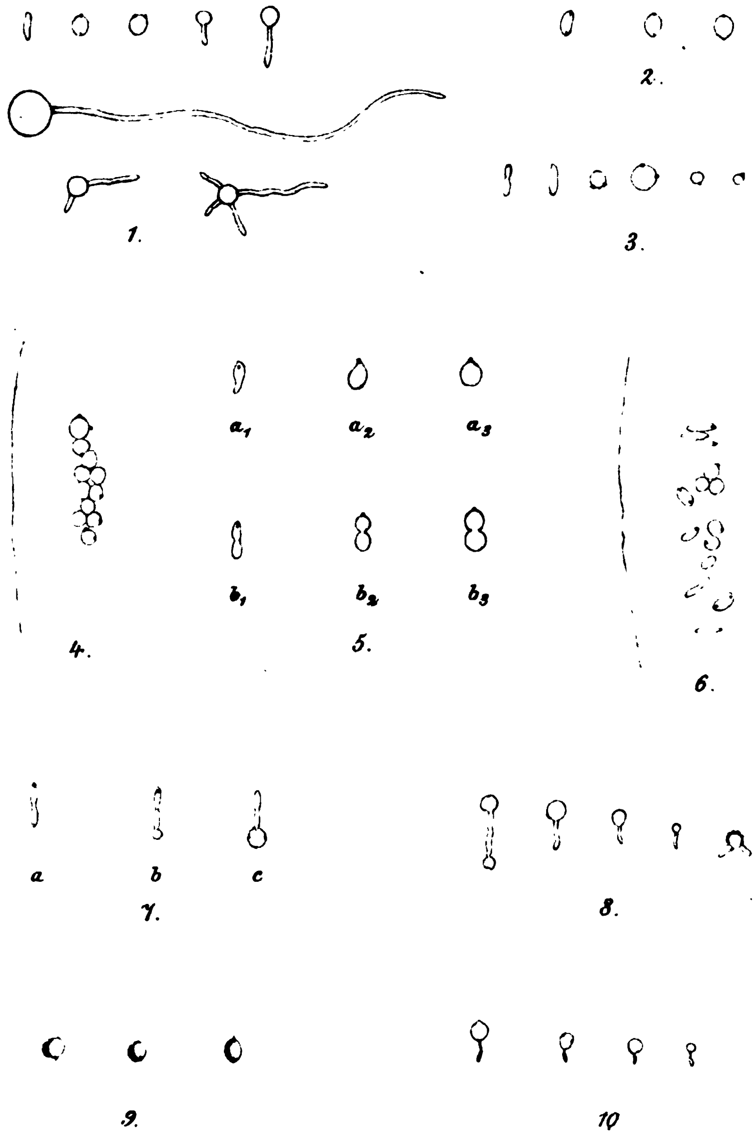
Clara Wehmer gez. E. Laue lith.

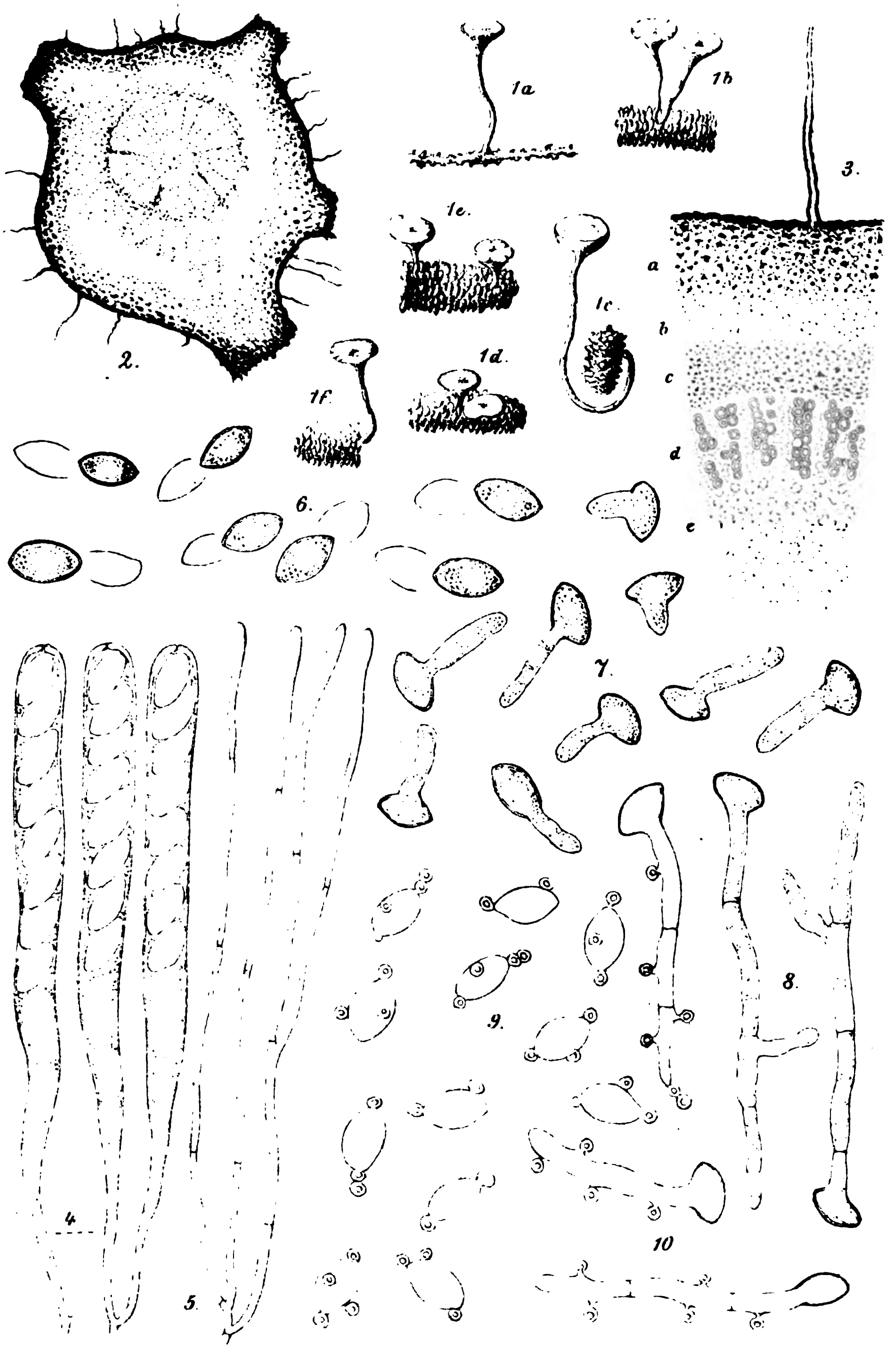



E. Laue del.




F. Fula gez. E. Laue lith.


1.
2.
3.
4.
a1 a2 a3
b1 b2 b3
5.
6.
a b c
7.
8.
9.
10




H. C. Schellenberg gez.

E. Laue lith.

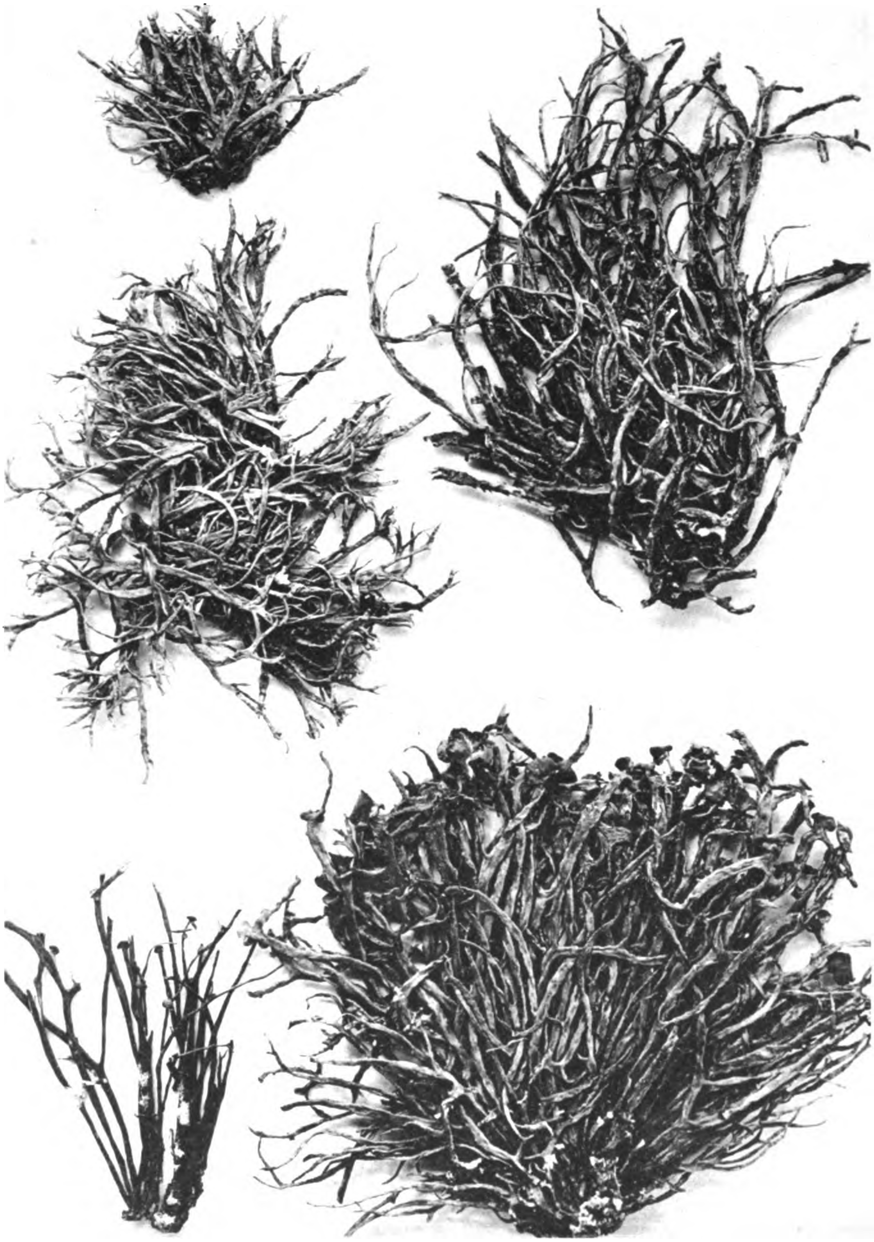
I.

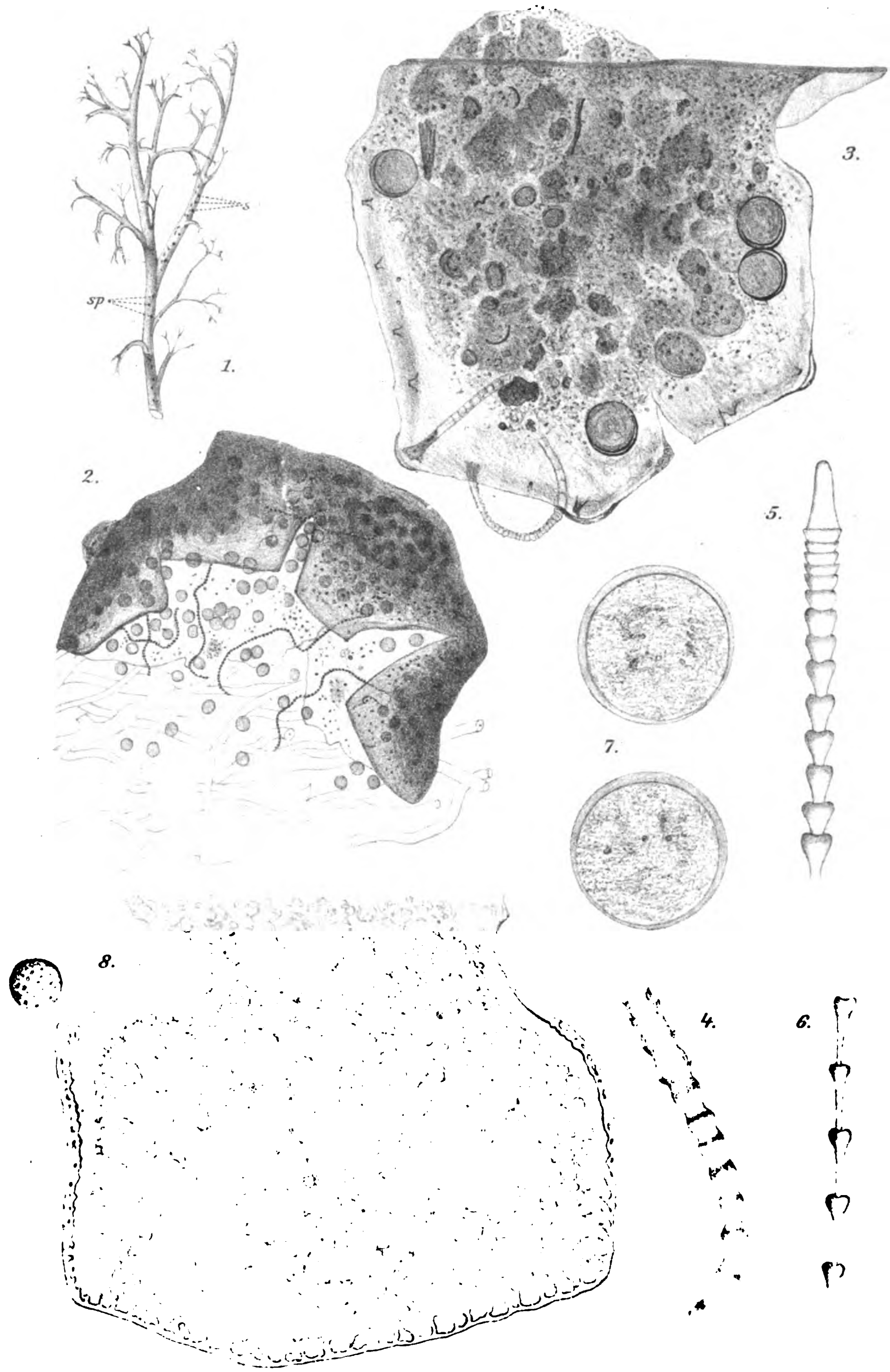
III.

II.

IV.

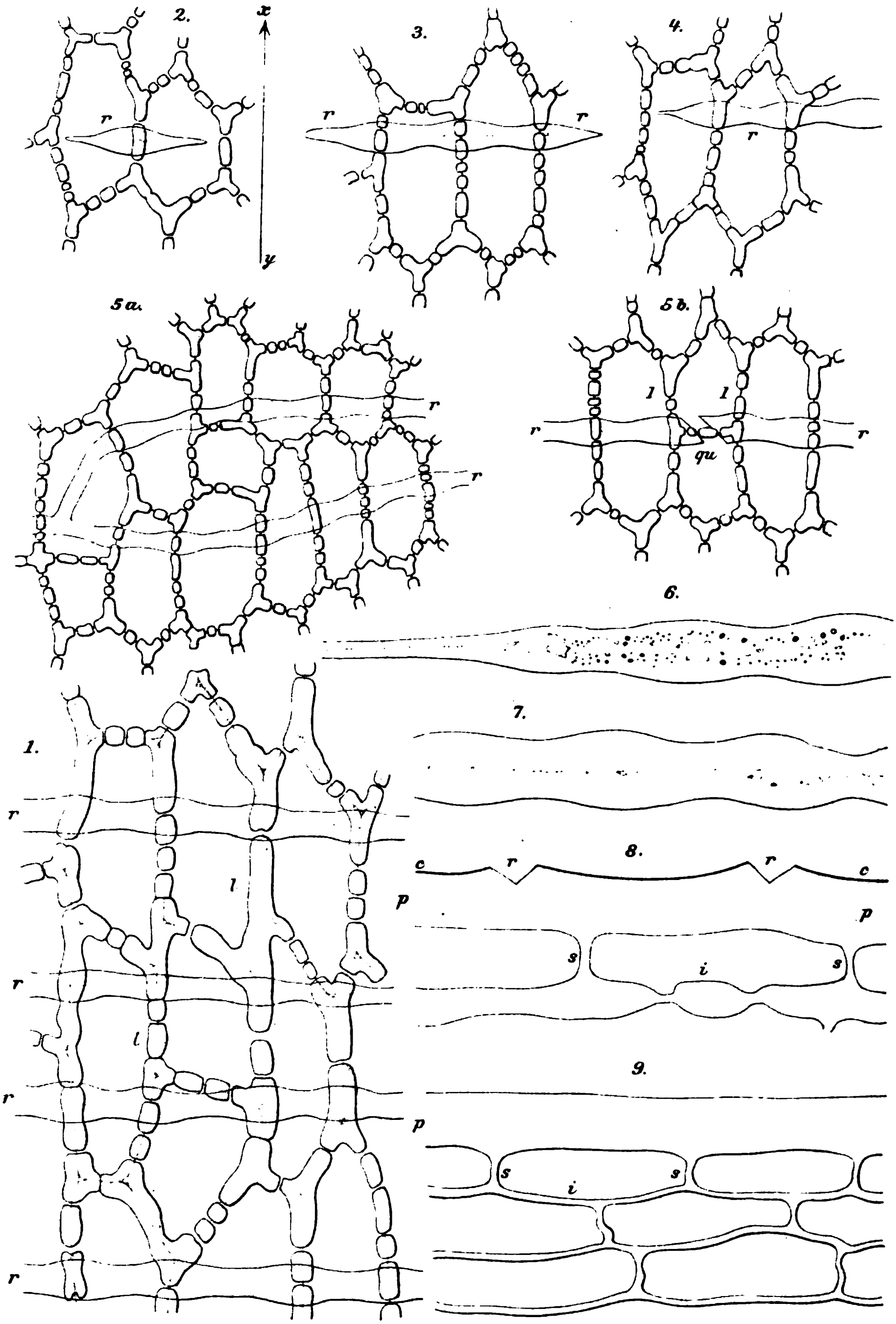
V.






E. Jahn gez.

E. Laue lith.




A. Nestler gez.

E. Laue lith.